

**PENGAPLIKASIAN ALAT OHMIC PADA PROSES PASTEURISASI
TERHADAP UJI ANGKA KAPANG KHAMIR DAN SIFAT KIMIA MADU
SIALANG**

SKRIPSI

Oleh :

ANANDA FIRLY ANDRIANI

NIM 175100607111005



JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021



**PENGAPLIKASIAN ALAT OHMIC PADA PROSES PASTEURISASI
TERHADAP UJI ANGKA KAPANG KHAMIR DAN SIFAT KIMIA MADU
SIALANG**

SKRIPSI PENELITIAN

Oleh :

ANANDA FIRLY ANDRIANI

NIM 175100607111005

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik**



JURUSAN KETEKNIKAN PERTANIAN

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2021

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Tugas Akhir : Pengaplikasian Alat *Ohmic* pada Proses Pasteurisasi Terhadap Uji Angka Kapang Khamir dan Sifat Kimia Madu Sialang
Nama Mahasiswa : Ananda Firty Andriani
NIM : 175100607111005
Program Studi : Teknologi Bioproses
Jurusan : Keteknikan Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Anang Latriyanto, M.Si

NIP. 19621004 199002 1 001

Tanggal Persetujuan :

Dosen Pembimbing II



Yusuf Hendrawan, STP, M.App.Life.Sc., Ph.D

NIP. 19810516 200312 1 002

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir : Pengaplikasian Alat *Ohmic* pada Proses Pasteurisasi Terhadap Uji Angka Kapang Khamir dan Sifat Kimia Madu Sialang

Nama Mahasiswa : Ananda Firly Andriani

NIM : 175100607111005

Program Studi : Teknologi Bioproses

Jurusan : Keteknikan Pertanian

Fakultas : Teknologi Pertanian



Dr. Ir. Ary Mustofa Ahmad, MP
NIP. 196003061986011001

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Anang Lestiyanto, M.Si
NIP. 19621004 199002 1 001

Dosen Pembimbing II



Yusuf Handayani, STP, M.App.Life Sc, Ph.D
NIP. 19610516 200312 1 002

Ketua Jurusan,





Dr. Endang Widhiana Adi Sulianto, STP, M.Eng
NIP. 19790501 200501 1 001

Tanggal Lulus TA: 12 Juli 2021

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda-tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Ananda Firly Andriani

NIM : 175100607111005

Prodi : Teknologi Bioproses

Fakultas : Teknologi Pertanian

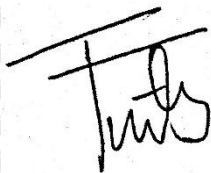
Judul TA : Pengaplikasian Alat *Ohmic* pada Proses Pasteurisasi Terhadap Uji Angka Kapang Khamir dan Sifat Kimia Madu Sialang

Menyatakan bahwa,

Tugas Akhir dengan judul diatas merupakan hasil karya asli penulis dengan nama yang telah terlampir diatas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 5 Juli 2021

Pembuat pernyataan,



Ananda Firly Andriani

NIM. 175100607111005

Ananda Firly Andriani. 175100607111005. Pengaplikasian Alat *Ohmic* pada Proses Pasteurisasi Terhadap Uji Angka Kapang Khamir dan Sifat Kimia Madu Sialang. Skripsi. Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Anang Lastriyanto, M.Si dan Yusuf Hendrawan, STP, M.App.Life.Sc, Ph.D

RINGKASAN

Madu sialang merupakan madu yang berasal dari lebah *Apis Dorsata* yang bersarang di pohon sialang. Kadar air dari madu sialang sangat tinggi dikarenakan madu ini termasuk dalam jenis madu hutan, Pada madu sialang, enzim diastase berfungsi untuk katalisasi konversi gula, sehingga dapat mempercepat jalannya reaksi metabolisme dan menjadi energi serta penguraian pencernaan dalam tubuh. Pada penelitian kali ini, proses pasteurisasi madu menggunakan metode *ohmic heating* dan secara konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pasteurisasi dengan metode *ohmic heating* dalam mengurangi angka kapang khamir dengan menjaga sifat kimia dari madu sialang serta menganalisis pengaruh gradien tegangan dan waktu pasteurisasi (*holding time*) menggunakan metode pasteurisasi *ohmic heating*. Hasil penelitian ini menunjukkan perlakuan gradien tegangan 59,6 V/cm dengan lama waktu pasteurisasi (*holding time*) madu sialang selama 0 detik (saat mencapai suhu *set point*), mampu menghasilkan rerata angka kapang khamir terkecil yaitu 1 koloni/mL. Sedangkan rerata kandungan gula pereduksi dan total enzim diastase yang dihasilkan, yaitu sebesar 80% dan 2,302 DN. Dan pada perlakuan tegangan 34,8 V/cm dengan *holding time* 1800 detik menghasilkan angka kapang khamir terbesar, yaitu sebesar 19 koloni/mL, serta memiliki kandungan gula pereduksi sebesar 40% dengan total enzim diastase sebesar 0,735 DN. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil pasteurisasi menggunakan metode *ohmic heating* dapat lebih menjaga sifat fisik dan kimia pada madu, yaitu mengurangi angka kapangkhamir, menjaga kandungan gula pereduksi serta total enzim diastase pada madu sialang dibandingkan dengan metode konvensional ataupun metode ekstraksi lainnya.

Kata Kunci: Kapang Khamir, Gula Pereduksi, Enzim Diastase, Madu Sialang, *Ohmic Heating*

Ananda Firly Andriani. 175100607111005. Application of *Ohmic* in the Pasteurization Process for the Test of Yeast Fungi Number and Chemical Properties of Sialang Honey. Essay. Project Supervisor: Dr. Ir. Anang Lastriyanto, M.Si dan Yusuf Hendrawan, STP, M.App.Life.Sc, Ph.D

SUMMARY

Sialang honey is honey that comes from the Apis Dorsata bee that nests in the Sialang tree. The water content of Silang honey is very high because this honey is included in the forest honey type. In Sialang honey, the enzyme diastase works to catalyze the conversion of sugar to speed up the reaction and become energy and digestion in the body. In this study, the honey pasteurization process uses ohmic heating and conventional methods. This study aims to determine the effect of pasteurization with the ohmic heating method in reducing the number of yeast moulds by maintaining the chemical properties of the sialang honey and analyzing the effect of voltage gradient and pasteurization time (holding time) using the ohmic heating pasteurization method. This study showed that the voltage gradient treatment of 59,6 V/cm with the pasteurization time of Silang honey for 0 seconds (when it reached the setpoint temperature) produced the smallest average number of yeast moulds, namely 1 colony/mL. Meanwhile, the average content of reducing sugar and total diastase enzyme produced were 80% and 2,302 DN. Furthermore, the treatment with a voltage of 34,8 V/cm with a holding time of 1800 seconds produced the most significant number of yeast moulds, 19 colonies/mL, and had a reducing sugar content of 40% with a total diastase enzyme of 0.735 DN. So it can be said that pasteurization using the ohmic heating method can better maintain the physical and chemical properties of honey, namely reducing yeast mould numbers, maintaining reducing sugar content and total diastase enzymes in honey compared to conventional methods or other extraction methods.

Keywords: Yeast Mold, Reducing Sugar, Diastase Enzyme, Sialang Honey, Ohmic Heating

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT, atas segala kelimpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul **“Pengaplikasian Alat Ohmic pada Proses Pasteurisasi Terhadap Uji Angka Kapang Khamir dan Sifat Kimia Madu Sialang”** dengan baik. Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses penulisan laporan:

1. Dr. Ir. Anang Lastryanto, M.Si selaku dosen pembimbing I yang telah berkenan memberikan pengarahan serta bimbingan dalam pembuatan laporan ini,
2. Yusuf Hendrawan STP, M.App.Life.Sc, selaku dosen pembimbing II yang telah berkenan memberikan pengarahan serta bimbingan dalam pembuatan laporan ini,
3. Dr. Ir. Ary Mustofa Ahmad, MP selaku dosen penguji I yang telah berkenan memberikan pengarahan serta bimbingan dalam pembuatan laporan ini,
4. Kedua orang tua dan segenap keluarga yang selalu memberikan do'a, dukungan moril dan materiil, serta semangat untuk menyelesaikan laporan penelitian ini,
5. Karyawan dan Staff CV Lastrindo Engineering dan Kawan perjuangan Tugas Akhir di CV Lastrindo Engineering,
6. Kepada semua teman-teman Teknologi Bioproses angkatan 2017 yang terus berjuang bersama dari awal perkuliahan hingga menyelesaikan tugas akhir,
7. *Last but not least, I want to thank me for believing in me, I want to thank me for doing all this hard work, I want to thank me for having no days off, I want to thank me for never quitting, for just being me at all times.*

Penulis menyadari bahwa proposal laporan ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari pihak pembaca. Akhir kata, semoga proposal laporan penelitian ini bermanfaat bagi siapapun yang membutuhkan.

Malang, 5 Juli 2021

Penulis,

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
RIWAYAT HIDUP	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Rumusan Masalah.....	1
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Hipotesis.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Madu Sialang.....	4
2.2 Sifat Kimia Madu.....	7
2.2.1 Gula Pereduksi.....	7
2.2.2 Enzim Diastase.....	8
2.2.3 Mikrobiologis.....	9
2.2.3.1 Uji KKA (kapang Khamir).....	9
2.3 Inkubator.....	10
2.4 Spectrofotometer UV-Vis.....	11



2.5	Pasteurisasi Konvensional.....	12
2.6	<i>Ohmic Heating</i>	12
2.7	Gradien Tegangan.....	13
2.8	<i>Holding Time</i>	14
2.9	Kajian Pustaka Sebelumnya.....	14
BAB III METODE PENELITIAN.....		16
3.1	Tempat dan Waktu Penelitan.....	16
3.2	Alat dan Bahan Penelitian.....	16
3.4.1	Alat.....	16
3.4.2	Bahan.....	1
3.3	Metode Penelitian.....	4
3.4	Pelaksanaan Penelitian.....	5
3.4.1	Preparasi Madu.....	5
3.4.2	Pasteurisasi <i>Ohmic Heating</i>	5
3.4.3	Uji Nilai Kapang Khamir (KKA).....	7
3.4.3.1	<i>Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)</i>	7
3.4.3.2	<i>Pembuatan Media Peptone Dillution Fluid (PDF)</i>	9
3.4.3.3	<i>Preparasi Sampel Madu</i>	9
3.4.3.1	<i>Inkubasi Campuran Media PDA dengan Sampel Madu</i>	10
3.4.4	Uji Gula Pereduksi pada Madu.....	10
3.4.4.1	<i>Reagen</i>	10
3.4.4.2	<i>Kurva Standar Glukosa</i>	10
3.4.4.3	<i>Determinasi Gula Pereduksi</i>	11
3.4.5	Uji Aktivitas Enzim Diastase pada Madu.....	12
3.4.5.1	<i>Larutan Induk Iodium dan Pembuatan Larutan Iodium Encer</i>	12
3.4.5.2	<i>Penentuan %b/k Pati dan pembuatan larutan pati</i>	12
3.4.5.3	<i>Larutan Buffer Asetat pH 5,3 dan Larutan NaCl 0,5 M</i>	13
3.4.5.4	<i>Preparasi Sampel Madu</i>	13



3.4.5.5	Pengukuran Absorbansi Sampel	13
3.4.6	Parameter Penelitian dan Analisis Data	15
3.4.6.1	Parameter Penelitian	15
3.4.6.1.1	Uji Kapang/ Khamir (KKA)	15
3.4.6.1.2	Gula Pereduksi	16
3.4.6.1.3	Enzim Diastase	16
3.4.6.2	Analisis Data	16
3.5	Penelitian Pendahuluan	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		18
4.1.	Penentuan Gradien Tegangan dengan Variasi Lama Waktu Proses Pasteurisasi	18
4.2.	Pengaruh Gradien Tegangan Pasteurisasi dan <i> Holding Time </i> Terhadap Angka Kapang Khamir (AKK)	19
4.3.	Pengaruh Gradien Waktu Pasteurisasi dan <i> Holding Time </i> Terhadap Kandungan Gula Pereduksi	25
4.4.	Pengaruh Gradien Waktu Pasteurisasi dan <i> Holding Time </i> Terhadap Kandungan Enzim Diastase	30
4.5.	Daya listrik yang dihasilkan Terhadap Gradien Tegangan tiap Variasi Waktu Pasteurisasi	35
4.6.	Suhu yang Dihasilkan Terhadap Variasi Waktu dan Gradien Tegangan	40
4.7.	Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya	44
4.6.1	Perbandingan Terhadap Angka Kapang Khamir	44
4.6.2	Perbandingan Terhadap Gula Pereduksi	46
4.6.3	Perbandingan Terhadap Enzim Diastase	47
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		49
5.1.	Kesimpulan	49
5.2.	Saran	50
DAFTAR PUSTAKA		51
LAMPIRAN		82

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
Gambar 2. 1	Penampakkan Madu.....	5
Gambar 2. 2	Glukosa sebagai Gula Pereduksi.....	8
Gambar 2. 3	Uji Angka Kapang Khamir pada Madu.....	10
Gambar 2. 4	Diagram Skematik Inkubator.....	11
Gambar 2. 5	Alat ohmic yang digunakan.....	13
Gambar 3. 1	Rangkaian Ohmic Heating Rancangan Bapak Anang Latriyanto	23
Gambar 3. 2	Tabung Sanitariry Ohmic Heating Tampak Isomestri	23
Gambar 3. 3	Tabung Sanitariry Ohmic Heating Tampak Depan	23
Gambar 3. 4	Diagram Alir Proses Pasteurisasi Menggunakan Ohmic Heating....	7
Gambar 3. 5	Diagram Alir Pembuatan Media PDA (Potato Dextrose Agar).....	9
Gambar 3. 6	Diagram Alir Preparasi Sampel Madu.....	10
Gambar 3. 7	Diagram Alir Determinasi Gula Pereduksi.....	12
Gambar 3. 8	Diagram Alir Pengukuran Absorbansi Sampel	15
Gambar 4. 1	Grafik Waktu dan Angka Kapang Khamir dengan Variasi Gradien Tegangan	20
Gambar 4. 2	Penampakan Hasil Uji Kapang Khamir pada Sampel Madu Sialang.....	25
Gambar 4. 3	Grafik Waktu dan Kandungan Gula Pereduksi dengan Variasi Gradien Tegangan.....	26
Gambar 4. 4	Grafik Waktu dan Total Enzim Diastase dengan Variasi Gradien Tegangan	31
Gambar 4. 5	Grafik Hubungan Daya Listrik dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 0 detik	37
Gambar 4. 6	Grafik Hubungan Daya Listrik dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 900 detik.....	38
Gambar 4. 7	Grafik Hubungan Daya Listrik dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 1800 detik.....	39
Gambar 4. 8	Grafik Hubungan Suhu Bahan dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 0 detik	41



Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Suhu Bahan dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 900 detik 42

Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Suhu Bahan dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 1800 detik 43

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
Tabel 2. 1	Tabel SNI 8664:2018.....	6
Tabel 2. 2	Tabel Persyaratan Cemaran Mikroba pada Madu.....	9
Tabel 2. 3	Kajian Pustaka Sebelumnya mengenai Uji Angka Kapang Khamir (AKK) pada Madu.....	14
Tabel 3. 1	Alat.....	16
Tabel 3. 2	Bahan.....	1
Tabel 3. 3	Faktor Perlakuan Metode Pasteurisasi dan Suhu Pasteurisasi.....	4
Tabel 3. 4	Data Hasil Penelitian Pendahuluan.....	17
Tabel 3. 5	Data Hasil Uji Angka Kapang Khamir (AKK).....	18
Tabel 4. 1	Hasil Uji F Hitung.....	22
Tabel 4. 2	Hasil Uji LSD pada Parameter Gradien Tegangan.....	23
Tabel 4. 3	Hasil Uji LSD pada Parameter Perlakuan Holding Time.....	24
Tabel 4. 4	Hasil Uji F Hitung.....	28
Tabel 4. 5	Hasil Uji LSD pada Parameter Gradien Tegangan.....	29
Tabel 4. 6	Hasil Uji LSD pada Parameter Perlakuan <i>Holding Time</i>	29
Tabel 4. 7	Hasil Uji F Hitung.....	33
Tabel 4. 8	Hasil Uji LSD pada Parameter Gradien Tegangan.....	34
Tabel 4. 9	Hasil Uji LSD pada Parameter Perlakuan Holding Time.....	34
Tabel 4. 10	Perbandingan Penelitian Terdahulu Mengenai Angka Kapang Khamir.....	45
Tabel 4. 11	Perbandingan Penelitian Terdahulu Mengenai Kandungan Gula Pereduksi.....	46
Tabel 4. 12	Perbandingan Penelitian Terdahulu Mengenai Total Enzim Diastase.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
Lampiran 1.	Data Hasil Pengujian Angka Kapang Khamir	82
Lampiran 2.	Kurva Standar Glukosa	84
Lampiran 3.	Data Hasil Pengujian Kandungan Gula Pereduksi	85
Lampiran 4.	Data Hasil Pengujian Total Enzim Diastase	91
Lampiran 5.	Analisis Data Angka Kapang Khamir.....	99
Lampiran 6.	Analisis Data Kandungan Gula Pereduksi.....	103
Lampiran 7.	Analisis Data Total Enzim Diastase.....	107
Lampiran 8.	F Tabel 5% SPSS	110
Lampiran 9.	Peningkatan Daya Listrik saat Proses Pasteurisasi dengan Ohmic Heating	111
Lampiran 10.	Peningkatan Suhu saat Proses Pasteurisasi dengan Ohmic Heating.....	114
Lampiran 11.	Dokumentasi.....	117

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Madu dikenal sebagai salah satu bahan makanan alami yang memainkan peran penting dalam hidup. Madu telah diperluas di dunia minuman, kesehatan, kosmetik dan farmakologi. Madu mengandung sejumlah senyawa dan antioksidan zat enzimatik. Jumlah dan sifat antioksidan bergantung pada penesiter atau varietas madu, dan ada hubungan antara aktivitas antioksidan dengan total konten fenol (Halla *et al.*, 2019). Madu juga kaya akan vitamin A, beta-karoten, vitamin B kompleks, vitamin C, D, E dan K (Octavia dan. Al., 2017).

Menurut KBBI, sialang merupakan 'Sarang lebah di hutan'. Madu sialang sendiri merupakan madu yang berasal dari lebah *Apis Dorsata* yang bersarang di pohon sialang. Menurut Adalina (2018), kadar air dari madu sialang sangat tinggi, yaitu mencapai 26% - 29%. Nilai kadar ini berada diatas ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI). Derajat keasaman (pH) yang dimiliki sebesar 4, sehingga memenuhi SNI, yaitu sebesar 3,5 – 5,6. Rendahnya pH mempengaruhi tingkat dan sifat antibakteri, hal tersebut dikarenakan bakteri dapat berkembang dengan baik pada pH netral ata basa. Besarnya gula pereduksi pada madu sialang sebesar 73,40% - 73,83%. Pada madu sialang, enzim diastase berfungsi untuk katalisasi konversi gula, sehingga dapat mempercepat jalannya reaksi metabolisme dan menjadi energi serta penguraian pencernaan dalam tubuh.

Pada madu mentah terdapat beberapa jenis mikroorganisme yang hidup di dalamnya. Interaksi yang kuat antara gula dengan molekul air madu dapat mengurangi pertumbuhan mikroorganisme yang dapat menyebabkan fermentasi dan menyebabkan pembusukan serta menurunkan nilai gizi (Omafuvbe, 2009). Sehingga diperlukan beberapa tahap pengolahan terlebih dahulu agar aman dikonsumsi dan untuk memperpanjang umur simpan. Pengolahan madu pertama kali dengan proses pasteurisasi yang bertujuan untuk menghilangkan mikroorganisme di dalamnya. Pasteurisasi bertujuan untuk membunuh patogen dengan pemanasan di bawah 100°C (Rohmi *et al.*, 2018). Penguapan terjadi di

mana bagian dari air yang ada dalam madu menguap. Hal tersebut tidak merusak glukosa dan fruktosa dalam proses penguapan madu dengan evaporator vakum yang beroperasi pada suhu terkontrol di bawah atmosfer. Sedangkan untuk proses *packaging* madu baru dapat dilakukan saat suhu madu mencapai suhu ruang (± 37 °C) sehingga diperlukan proses *cooling*.

Kualitas madu yang baik ditentukan berdasarkan beberapa factor, diantaranya adalah jumlah mikroorganisme yang terkandung, gula pereduksi dan enzim diastase. Dikarenakan kapang menghasilkan racun yang berbahaya bagi tubuh manusia, pertumbuhan kapang dan khamir dalam makanan dapat menurunkan kualitas makanan (Pratiwi, 2008). Makanan dalam bentuk madu dapat diklasifikasikan aman jika jumlah koloni (total plate/TPC) tidak melebihi 1×10^1 unit pembentuk koloni/ml (CFU/ml) (SNI, 2013). Menurut Blidi (2017), perlakuan yang meminimalkan penurunan aktivitas enzim diastase adalah pemanasan pada suhu 5 °C selama 2 jam dan 65 °C selama 3 jam. Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar gula pereduksi madu, seperti kadar air, kadar air, dan waktu panen. Madu yang difermentasi mengubah gula menjadi etanol, menghasilkan alkohol (Siwi *et al.*, 2018).

Pada penelitian kali ini, menggunakan perlakuan pengolahan pasca panen dengan proses pasteurisasi menggunakan *ohmic heating* dan secara konvensional. Proses pasteurisasi madu secara konvensional dilakukan dengan memanaskan madu dengan suhu 63 °C selama 7,5 menit (Subramanian *et al.*, 2007). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisa angka kapang khamir, kandungan gula pereduksi, dan total enzim diastase pada hasil pasteurisasi madu Sialang menggunakan metode *ohmic heating* yang mana lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional. *Total Plate Counter* (TPC) bertujuan untuk menunjukkan jumlah bakteri yang ada dalam suatu produk dengan menghitung koloni bakteri yang telah berkembang pada agar.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah dari penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara menentukan gradien tegangan pada proses pasteurisasi menggunakan metode *ohmic heating*?
2. Bagaimana pengaruh gradien tegangan pasteurisasi dan waktu pasteurisasi (*holding time*) dengan metode *ohmic heating* terhadap angka koloni kapang (AKK) dan sifat kimia pada madu Sialang?

3. Bagaimana variabel perlakuan yang berpengaruh secara signifikan terhadap total koloni kapang dan sifat kimia madu diantara tegangan alat *ohmic heating* berdasarkan Rancangan Acak Kelompok (RAK)?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui langkah-langkah dalam menentukan gradien tegangan yang digunakan saat proses pasteurisasi dengan metode *ohmic heating* dengan lama waktu yang berbeda.
2. Mengetahui pengaruh gradien tegangan dan waktu pasteurisasi (*holding time*) pasteurisasi dengan metode *ohmic heating* dalam mengurangi angka kapang khamir dengan tetap menjaga sifat kimia dari madu sialang.
3. Mendeskripsikan variabel perlakuan yang berpengaruh secara signifikan terhadap syarat mutu madu menggunakan metode pasteurisasi dan tegangan berbeda saat pasteurisasi berdasarkan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis

- Penulis mengetahui proses pasteurisasi madu pasca panen menggunakan *ohmic heating* dan konvensional dengan gradien tegangan pasteurisasi yang berbeda.
- Penulis mengetahui total koloni kapang dan sifat kimia madu setelah proses pasteurisasi menggunakan *ohmic heating* dan konvensional dengan variasi tegangan dan *holding time* pasteurisasi yang berbeda.
- Penulis dapat mengaplikasikan ilmu yang telah didapatkan selama masa perkuliahan dan dapat menambah wawasan serat pengetahuan pada bidang penelitian tersebut.

2. Bagi Peneliti Selanjutnya

Manfaat untuk peneliti selanjutnya adalah penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

3. Bagi Masyarakat

Memberikan wawasan kepada masyarakat mengenai proses pengolahan pasteurisasi madu pasca panen menggunakan *ohmic heating* dengan perlakuan terbaik untuk total koloni kapang dan sifat kimia yang memenuhi standar.

1.5 Batasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat lebih focus maka dalam penelitian ini ditetapkan batasan, yaitu:

1. Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium.
2. Penelitian ini mengguakan madu sialang yang telah mengalami proses pengolahan yakni penyaringan.
3. Penelitian ini mengkaji proses pasteurisasi pada madu.
4. Pengujian kuantitatif total koloni kapang menggunakan metode *Total Colony Counter* (TPC).
5. Pengujian kuantitatif sifat kimia dengan melakukan uji gula pereduksi dan uji diastase pada madu sialang.
6. Diasumsikan kandungan madu sialang yang digunakan adalah seragam.

1.6 Hipotesis

Berdasarkan rumusan masalah dan batasan penelitian tersebut, maka hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Adanya penurunan hasil pasteurisasi terhadap Angka Kapang Khamir (AKK) dan enzim diastase dari madu sialang menggunakan alat *ohmic heating* dibandingkan pasteurisasi secara konvensional.
2. Semakin tinggi tegangan *ohmic heating* saat pasteurisasi, maka semakin rendah Angka Kapang Khamir (AKK) dan semakin rendah pula kandungan gula pereduksi dari madu sialang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Madu Sialang

Madu merupakan zat manis yang dihasilkan dari nektar bunga oleh lebah pekerja. Madu juga merupakan produk utama terpenting dari peternakan lebah, baik dari sudut pandang kuantitatif dan ekonomi. Madu dianjurkan untuk anak-anak dan olahragawan karena dapat membantu untuk meningkatkan aktivitas (Adenekan *et. al*, 2012). Madu disukai karena memiliki rasa dan khasiat yang baik bagi kesehatan tubuh. Madu menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 3545, 2013) didefinisikan sebagai cairan alami dengan rasa manis alami yang diperoleh dari nektar. Madu beserta seluruh komponennya memiliki khasiat yang unik dan beragam manfaat.

Madu sialang sendiri merupakan madu yang berasal dari lebah *Apis Dorsata* yang bersarang di pohon sialang. Menurut Adalina (2018), kadar air dari madu sialang sangat tinggi, yaitu mencapai 26% - 29%. Nilai kadar ini berada diatas ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang menetapkan kadar air madu maksimal 22%. Kadar air mempengaruhi kualitas madu, semakin tinggi kadar airnya maka semakin cepat pula proses fermentasi. Derajat keasaman (pH) yang dimiliki sebesar 4, sehingga memenuhi SNI, yaitu sebesar 3,5 – 5,6. Rendahnya pH mempengaruhi tingkat dan sifat antibakteri, hal tersebut dikarenakan bakteri dapat berkembang dengan baik pada pH netral atau basa. Besarnya gula pereduksi pada madu sialang sebesar 73,40% - 73,83%. Enzim diastase merupakan jenis enzim yang ditambahkan oleh lebah pada saat proses pematangan madu. Pada madu sialang, enzim diastase berfungsi untuk katalisasi konversi gula, sehingga dapat mempercepat jalannya reaksi metabolisme dan menjadi energi serta penguraian pencernaan dalam tubuh.

Madu lebah telah digunakan selama berabad-abad sebagai produk nutrisi, pencegahan, dan pengobatan. Di atas 10 tahun terakhir, penggunaannya telah dipelajari pada penyakit seperti berikut; arthritis, kanker payudara (garis sel), kanker serviks (garis sel), kanker usus besar (garis sel), batuk, diabetes tipe 2, hati steatosis, influenza, dan lainnya (Jakubik *et.al*, 2020). Menurut Inayah, *dkk.* (2012), didalam madu terkandung beberapa kandungan gizi seperti karbohidrat, asam amino, vitamin, protein, dan mineral. Vitamin B1, B2, B3, B6, C, A, E, dan flavonoid merupakan beberapa jenis vitamin yang terkandung didalamnya. Sedangkan untuk kandungan mineral didalam madu antara lain; Na, Mg, Cl, Ca, K, Fe, Zn dan lain-lain. Madu juga memiliki fungsi sebagai antioksidan karena terkandung vitamin C, asam fenolik, flavonoid, B3, asam organik, enzim, vitamin E serta vitamin A didalamnya, sehingga dengan demikian pada madu terdapat banyak nutrisi yang baik bagi tubuh. Penampakkan dari madu dapat dilihat pada **Gambar 2. 1**.



Gambar 2. 1 Penampakkan Madu (biolo, dkk, 2012).

Kandungan gizi pada madu, seperti gula pereduksi dan enzim diastase dipengaruhi oleh kadar air dalam nya. Madu di Indonesia memiliki kadar air yang cukup tinggi. Hal ini karena kelembaban tinggi mempengaruhi sekitar 60 - 80% dan rata-rata kondisi madu Indonesia saat panen adalah kelembaban 25 - 29%, 8% lebih tinggi dari standar pasar internasional (Anonim, 2009) dan Standar Nasional Indonesia (SNI) no. 013545 pada tahun 19994 mengenai madu (kadar air hingga 22%). Oleh sebab itu kandungan airnya yang tinggi pada madu menyebabkan madu tidak dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama sehingga menghasilkan kualitas yang buruk (Amanto *et al.*, 2012).

Kualitas madu dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain waktu panen, rasa, kelembapan, warna dan aroma madu. Waktu pemanenan madu adalah saat madu matang dan mulai ditutup oleh lebah. Ini adalah waktu yang tepat untuk panen. Fluktuasi kadar air madu disebabkan oleh berbagai macam penyebab, antara lain kelembaban, proses produksi, jenis madu dan penyimpanan (Habsoh *et al.*, 2017). Kualitas madu Indonesia memiliki standar berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 866 : 2018, seperti

yang ditunjukkan pada **Tabel 2.1**. Standar tersebut merupakan standar kualitas madu yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN).

Tabel 2.1 Tabel SNI 8664:2018

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan		
			Madu Hutan	Madu Budidaya	Madu Lebah Tanpa Sengat
A Uji Organoleptik					
1	Bau		Khas madu	Khas madu	Khas madu
2	Rasa		Khas madu	Khas madu	Khas madu
B Uji Laboratoris					
1	Aktivasi enzim	DN	min 1*)	min 3*)	min 1*)
2	Diastase				
2	Hidroksimetilfurfural (HMF)	mg/kg	maks 40	maks 40	maks 40
3	Kadar air	% b/b	maks 22	maks 22	maks 27,5
4	Gula (dihitung sebagai glukosa)	pereduksi % b/b	min 65	min 65	min 55
5	Sukrosa	% b/b	maks 5	maks 5	maks 5
6	Keasaman	ml NaOH/kg	maks 50	maks 50	maks 50
7	Padatan tak larut dalam air	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,5
8	Abu	% b/b	maks 0,5	maks 0,5	maks 0,5
9	Cemaran logam				
	9.1 Timbal (Pb)	mg/kg	maks 1,0	maks 1,0	maks 1,0
	9.2 Cadmium (Cd)	mg/kg	maks 0,2	maks 0,2	maks 0,2
	9.3 Merkuri (Hg)	mg/kg	maks 0,03	maks 0,03	maks 0,03
10	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks 1,0	maks 1,0	maks 1,0
11	Kloramfenikol	mg/kg	tidak terdeteksi		

CATATAN *) Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen

Sumber: (BSN, 2018)

Madu liar memiliki karakteristik yang sangat berbeda dibandingkan dengan madu peternakan. Secara umum, madu liar memiliki kadar air yang cukup tinggi (24 - 28%), sehingga madu liar cenderung lebih encer dibandingkan madu peternakan. Ini tidak berarti bahwa kualitas madu liar buruk. Kualitas madu dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain

waktu panen, kadar air, warna madu, serta rasa dan aroma madu. Waktu memanen madu haruslah waktu yang tepat. Artinya, ketika madu sudah matang dan madu mulai ditutup oleh lebah. Kelembaban dalam madu juga sangat mempengaruhi kualitas madu. Madu yang baik adalah madu yang mengandung air sekitar 17 - 21% (Sihombing, 1997).

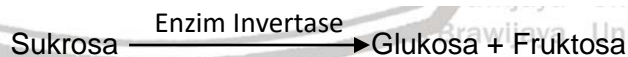
Fluktuasi kadar air madu disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kadar air, jenis madu, serta proses pembuatan dan penyimpanan (Suranto, 2007). Warna dan rasa madu liar tidak selalu sama, tergantung musim dan jenis madu yang diasap. Madu liar memang memiliki bau yang khas dan hanya dengan menciumnya saja bisa membedakan mana madu liar dan mana madu peternakan. Secara umum, madu memiliki rasa yang manis. Manisnya madu setara dengan gula berkat monosakarida fruktosa dan glukosa.

2.2 Sifat Kimia Madu

Menurut hasil penelitian Puspitasari (2007) dan Willix *et al.* (1992), lebah mengandung senyawa seperti fruktosa, glukosa, air, maltosa, sukrosa, vitamin dan mineral. Senyawa utama lebah adalah karbohidrat, terutama gula. Dalam penelitian lanjutan Willix *et al.*, (1992) di Puspitasari (2007), penambahan lebah pada konsentrasi 15-20% menghasilkan *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *P. coli*. Dijelaskan bahwa ditemukan zat yang dapat menghambat pertumbuhan *mirabilis* dan *S. typhimurium*, *S. marcescens*, *S. pyogenes* dan beberapa jamur.

2.2.1 Gula Pereduksi

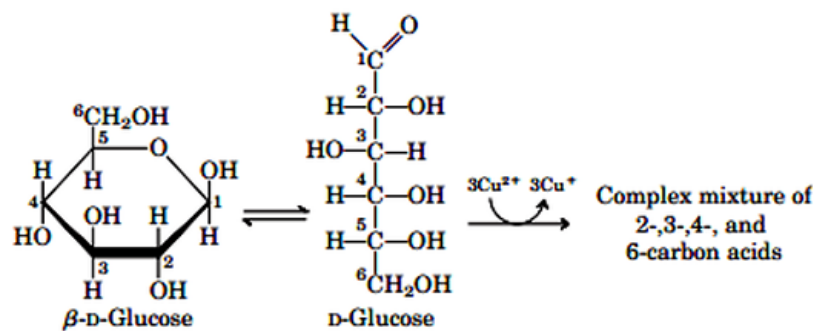
Kadar gula pereduksi dinyatakan sebagai kadar gula sebelum inversi, dan kadar sukrosa dinyatakan sebagai selisih kadar gula sebelum dan sesudah inversi. Reaksi pembalikan gula adalah sebagai berikut (Wulandari, 2017):



Menurut Wulandari (2017), Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar gula pereduksi madu, seperti kadar air, kadar air, dan waktu panen. Penelitian telah menunjukkan bahwa kandungan air yang tinggi dalam madu dapat merangsang pertumbuhan dan perkembangan aktivitas ragi dalam madu dan memicu fermentasi. Ragi yang membuat madu terfermentasi adalah ragi osmotik dari genus *Zygosaccharomyces*, yang toleran terhadap konsentrasi gula yang tinggi, sehingga dapat hidup dan tumbuh di dalam madu. Ragi dalam madu memecah gula, terutama dekstrosa dan lebrotum, menjadi alkohol dan CO₂, sehingga mempengaruhi kandungan dekstrosa (glukosa) dan fruktosa (fruktosa) madu. Madu pada suhu kamar memiliki

kadar air yang lebih tinggi daripada madu dingin, yang diduga menjadi alasan mengapa madu suhu kamar memiliki kandungan glukosa yang lebih rendah daripada madu dingin.

Komponen utama madu adalah karbohidrat dari kelompok monosakarida yang terdiri dari glukosa dan fruktosa. Dalam Uji Mutu Madu SNI, kedua monosakarida tersebut disebut gula pereduksi. Proses kebalikan dari enzim invertase lebah dari molase madu menjadi glukosa dan fruktosa tidak lengkap, tetapi pemanenan madu yang belum matang dapat membuat perbedaan dalam penurunan kadar gula (Sukmawati *et al.*, 2015). Kemungkinan penyebab lain adalah pencampuran dengan zat lain (sukrosa atau air) untuk mengurangi gula pereduksi. Oleh karena itu, madu SNI mensyaratkan madu memiliki kandungan sukrosa kurang dari 5%. Pada **Gambar 2. 2** dapat dilihat reaksi perubahan glukosa menjadi gula pereduksi.



Gambar 2. 2 Glukosa sebagai Gula Pereduksi (Nelson et al, 2008).

2.2.2 Enzim Diastase

Madu kaya akan karbohidrat sederhana karena lebah pekerja meminum nektar dan memuntahkannya sambil melengkapi dirinya dengan enzim seperti diastase dan invertase (Sukmawati *et al.*, 2015). Enzim diastase adalah enzim yang disekresikan oleh lebah selama pematangan madu. Diastasis berperan dalam menilai kualitas madu karena enzim tersebut berasal dari tubuh lebah. Di beberapa negara, aktivitas enzim diastase digunakan untuk memberikan kemurnian dan kesegaran madu. Penggunaan aktivitas enzim diastase sebagai indikator kesegaran madu, yang mana klaim ini dikemukakan oleh Tosi *et al.*, (2008). Oleh karena itu, indikator lain yang diperlukan untuk mengetahui apakah madu telah dipanaskan adalah dengan memperhatikan nilai hidrosimetilfurfural (HMF).

Enzim diastase merupakan enzim yang ditambahkan oleh lebah pada saat proses pematangan madu. Yang merubah karbohidrat kompleks menjadi karbohidrat sederhana (Akuba *dkk*, 2020). Imunitas tubuh yang harus selalu dijaga oleh semua

orang mewajibkan kita untuk selalu menjaga asupan yang masuk kedalam tubuh, hadirnya virus, bakteri dan berbagai macam penyakit yang sangat sulit untuk dihidari merupakan salah satu alasan untuk selalu meningkatkan imunitas tubuh kita. Madu merupakan salah satu asupan yang sangat baik untuk meningkatkan imunitas tubuh.

2.2.3 Mikrobiologis

Uji dilakukan pada tiap bahan pangan untuk mengetahui bagaimana karakteristik atau kandungan pada tiap jenis nya yang berbeda. Hal tersebut juga berfungsi untuk mengetahui cara perlakuan terbaik untuk mengolah pangan tersebut agar kandungan gizi didalamnya tetap terjaga namun memiliki umur simpan yang panjang. Salah satunya terdapat uji mutu mikrobiologis, yaitu untuk mutu pangan berdasarkan mikroorganisme yang hidup didalamnya. Uji mutu mikrobiologis pada madu dapat dilakukan melalui 3 jenis pemeriksaan yaitu menghitung angka lempeng total (ALT) bakteri, menentukan nilai MPN (*Most Probable Number coliform*), dan menghitung angka kapang khamir (AKK) (SNI 3545, 2013). Persyaratan jumlah cemaran mikroba pada madu sesuai dengan SNI terdapat pada **Tabel 2.2** dibawah ini

Tabel 2. 2 Tabel Persyaratan Cemaran Mikroba pada Madu

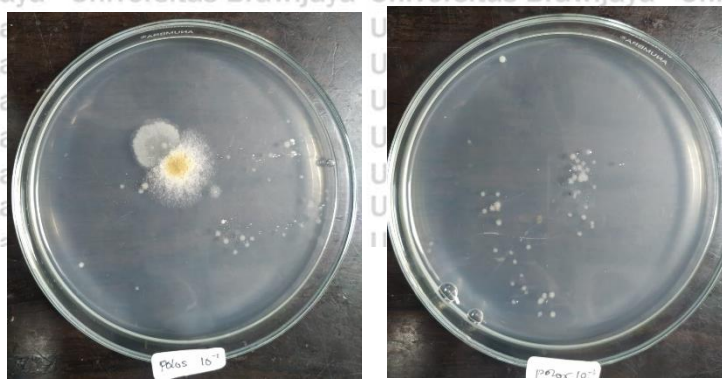
No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Cemaran mikroba:		
	1. 1 Angka lempeng total (ALT)	koloni/g	$<5 \times 10^3$
	1. 2 Angka paling mungkin (APM) koliform	APM / g	<3
	1. 3 Kapang dan khamir	koloni/g	$<1 \times 10^1$

CATATAN *) Persyaratan ini berdasarkan pengujian setelah madu dipanen

Sumber: (SNI 345, 2013)

2.2.3.1 Uji KKA (kapang Khamir)

Menurut Anam *et. al.* (2012), kapang adalah jamur berserabut, multiseluler, dan mungkin ada di tanah, udara, air dan dekomposisi organik mentah. Mereka umumnya aerobik dan tidak terlalu menuntut dibandingkan ragi lainnya dalam hal kelembaban, pH, suhu, dan nutrisi. Mereka dapat menyerap sumber karbon apa pun berasal dari makanan. Sebagai sumber nitrogen, mereka dapat menggunakan nitrat, amonia, dan nitrogen organik. Mereka hanya tumbuh di permukaan madu saat bersentuhan dengan udara, karena ini adalah



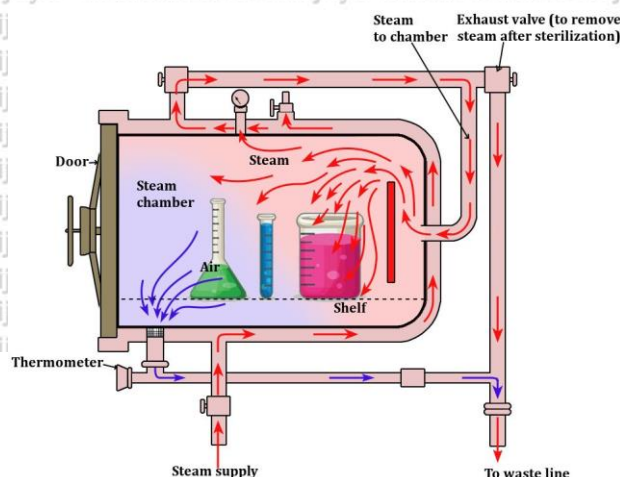
makanan yang kaya karbohidrat dan asam. Salah satu contoh penampakkan Uji Angka Kapang Khamir (AKK) pada madu terdapat pada **Gambar 2.3**.

Gambar 2.3 Uji Angka Kapang Khamir pada Madu (Sumber: Dokumentasi Penulis)

Kapang diisolasi dari lebah madu yang mati dengan media Potato Dextrose Agar. Di media ini, disiapkan madu yang ingin diujikan. Pelat diinkubasi pada suhu 30 ± 1 ° C. Persentase kapanhg pulih adalah dihitung setelah 3 hari inkubasi. Pengamatan dulu dibuat setiap hari setelah inokulasi. Koloni jamur tumbuh di piring dipindahkan ke segar menyiapkan PDA miring. Kultur murni jamur disimpan pada 4 ° C di lemari es jika ingin dilakukan studi lebih lanjut (Samal *et. al.*, 2014).

2.3 Inkubator

Inkubator adalah alat yang digunakan untuk menumbuhkan dan memelihara kultur mikrobiologis atau kultur sel. Inkubator menjaga suhu, kelembapan, dan kondisi optimal lainnya seperti kandungan CO₂ dan oksigen di atmosfer di dalamnya. Inkubator sangat penting untuk banyak pekerjaan eksperimental dalam biologi sel, mikrobiologi dan biologi molekuler dan digunakan untuk membiakkan sel bakteri dan eukariotik. Inkubator konvensional merupakan suatu alat yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan proses inkubasi dilaboratorium mikrobiologi dengan menggunakan beberapa komponen alat dan membutuhkan tegangan yang tinggi. Sedangkan inkubator portabel dirancang dengan menggunakan bahan yang dapat dengan mudah dan relatif murah, pada saat digunakan dilaboratorium pun membutuhkan tegangan yang sedikit, pada komponen alat inkubator



portabel di lengkapi dengan sensor suhu dan pengatur suhu seperti pada inkubator konvensional (Halla *et. al.*, 2018). Pada **Gambar 2. 4** dapat dilihat bagaimana diagram atau alur skematik pada incubator.

Gambar 2. 4 Diagram Skematik Inkubator (Halla *et al.*, 2018).

Menurut Schertenleib *et.al.* (2019), Inkubator sangat penting untuk berbagai metode mikroba berbasis kultur, seperti filtrasi membran diikuti dengan budidaya untuk menilai kualitas air minum. Namun, inkubator yang tersedia secara komersial seringkali mahal, sulit untuk diangkut, tidak fleksibel dalam hal volume, dan / atau kurang beradaptasi dengan kondisi lapangan lokal di mana akses ke listrik tidak dapat diandalkan. Louis Pasteur menggunakan lubang kecil di bawah tangga sebagai inkubator. Inkubator juga digunakan dalam industri perunggasan untuk bertindak sebagai pengganti ayam. Hal ini seringkali menghasilkan tingkat penetasan yang lebih tinggi karena kemampuan untuk mengontrol suhu dan kelembapan. Berbagai merek inkubator tersedia secara komersial untuk pemula.

2.4 Spectrofotometer UV-Vis

Kalibrasi adalah serangkaian kegiatan yang bertujuan untuk menetapkan hubungan dengan nilai besaran yang ditunjukkan oleh alat ukur atau sistem pengukuran, atau nilai yang diwakili oleh suatu bahan, dalam kondisi tertentu. Pengukuran atau bahan referensi dan nilai-nilai terkait yang diterapkan oleh standar (*Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology-VIM 1993*). Kalibrasi menentukan perbedaan (deviasi) antara pembacaan instrumen atau bahan (digunakan sebagai standar) dan nilai (perkiraan) yang benar. Hasil kalibrasi dapat berupa keputusan korektif mengenai penunjukan instrumen. Kalibrasi juga dapat menetapkan karakteristik pengukuran lainnya, termasuk besarnya efek. Hasil kalibrasi dicatat dalam dokumen yang biasa disebut dengan sertifikat kalibrasi.

Menurut Irawan (2019), menyatakan bahwa Spektroskopi UV-Vis adalah salah satu teknik instrumental yang paling sering diterapkan dalam analisis kimia untuk mendeteksi senyawa (padat/cair) berdasarkan absorbansi foton. Agar sampel dapat menyerap foton di wilayah UV-Vis (foton 200 nm hingga 700 nm), biasanya perlu diproses atau diturunkan. Misalnya, lebih banyak reagen diperlukan untuk membentuk garam kompleks. Unsur diidentifikasi oleh senyawa kompleksnya. Persyaratan kinerja dan kualitas pengukuran spektrofotometri dalam kimia analitik berdasarkan referensi ISO 17025, standar laboratorium yang baik (GLP) atau rekomendasi farmakope (EP, DAB, USP) .

Spektrofotometer UV-Vis merupakan salah satu alat ukur untuk analisis kuantitatif dan kualitatif unsur kadar rendah. Keputusan kualitatif didasarkan pada puncak yang dihasilkan dalam spektrum unsur tertentu pada panjang gelombang tertentu, sedangkan

keputusan kuantitatif dihasilkan oleh spektrum senyawa kompleks dari unsur yang dianalisis dengan zat pengompleks yang sesuai, didasarkan pada nilai absorbansi. Pembentukan warna terjadi dengan penambahan selektif agen pengompleks dari elemen tertentu (Noviarty dan Anggraini, 2013).

2.5 Pasteurisasi Konvensional

Proses pasteurisasi pada madu dengan metode konvensional yaitu dilakukan dengan pemanasan. Secara umum, pasteurisasi adalah proses pemanasan yang bertujuan untuk mengurangi jumlah mikroorganisme pembusuk, dan karena pasteurisasi dilakukan pada suhu yang relatif rendah (biasanya di bawah 100 ° C), makanan beku memiliki umur simpan yang lama. Jangka waktu beberapa hari untuk produk. Pasteurisasi tidak membunuh semua mikroorganisme, hanya mikroorganisme yang menyebabkan penyakit dan tidak membentuk spora. Oleh karena itu, proses ini sering diikuti dengan teknik lain, seperti pendinginan dan penambahan gula dengan konsentrasi tinggi (Novita, 2010). Pasteurisasi pada madu secara konvensional dilakukan pada suhu 68 °C selama 7,5 menit (Subramanian *et al.*, 2007).

Pasteurisasi pada suhu 63°C selama 30 menit dan 72°C selama 15 detik memberikan pengaruh terhadap keberadaan spesies, *Brucella abortus*, *Campylobacter jejuni*, *E. coli*, *Coxiella burnetii*, *Mycobacterium tuberculosis*, *M. bovis*, *Salmonella enterica serotype*, *Streptococcus pyogenes*, dan *Yersinia enterocolitica* (Juffs and Deeth, 2007). Penggunaan suhu 71,7°C selama 15 detik sudah cukup untuk menurunkan *Ookista*, *Cryptosporidium parvum*, *E. coli* O157: H7, *Salmonella*, dan *Listeria monocytogenes* sebanyak 5 log (anonim, 2010). Pasteurisasi adalah perlakuan panas pada suhu yang lebih rendah dari susu pasteurisasi dan biasanya dilakukan pada suhu di bawah titik didih air (Idris 1992), baik 73°C selama 30 menit atau 92°C selama 15 detik. Pasteurisasi adalah proses pemanasan lembut yang membunuh beberapa mikroorganisme patogen, meminimalkan hilangnya nilai gizi dan mempertahankan sifat fisik dan rasa susu mentah sebanyak mungkin (Purnomo dan Adiono 1987). Namun, susu pasteurisasi sangat mudah rusak dan memiliki umur simpan yang pendek.

2.6 Ohmic Heating

Ohmic heating adalah metode yang diterapkan untuk mengurangi jumlah mikroorganisme dalam makanan untuk mempertahankan umur simpan bahan. Pada dasarnya, metode ohmik melibatkan pemanasan makanan (cair, padat, atau campuran keduanya) secara bersamaan dengan melewati arus listrik (Sholehani, 2012).

Menurut Lukma dan Budairi (2018), Pemanasan ohmik itu sendiri didasarkan pada arus bolak-balik, juga dikenal sebagai arus bolak-balik. Terapkan tegangan AC di elektroda dari labu air mendidih (dalam hal ini sendok logam). Jumlah panas yang dibutuhkan untuk pemanasan sebanding dengan daya dan konduktivitas. Energi listrik tergantung pada jarak antara elektroda sendok dan jumlah tegangan yang digunakan. Dengan meningkatnya suhu, konduktivitas meningkat. Beberapa keuntungan dari metode pemanasan ohmik itu sendiri termasuk pemanasan makanan yang lebih seragam dan tidak merusak, karena redaman puncak suhu kurang penting. Alat *ohmic* dapat dilihat pada **Gambar 2. 5** sebagai berikut.



Gambar 2. 5 Alat ohmic yang digunakan (Sumber: Dokumentasi Penulis)

Pemanasan ohmik adalah metode pemrosesan termal inovatif untuk industri makanan di mana arus bolak-balik dilewatkan melalui makanan dengan tujuan khusus untuk meningkatkan suhunya. Pemanasan terjadi dalam bentuk pembangkitan energi internal dan menawarkan kelebihan yang signifikan dibandingkan metode pengolahan makanan konvensional. Faktanya, selama pemrosesan termal konvensional, panas transfer terjadi dari permukaan yang dipanaskan ke produk dalam melalui konduksi dan konveksi fenomena. Oleh karena itu, penukar panas tradisional terkait dengan masalah seperti pengotoran dan pembakaran produk secara langsung bersentuhan dengan permukaan perpindahan panas. Di sisi lain, *Ohmic* memanaskan energi listrik dihamburkan menjadi panas dan menghasilkan pemanasan yang lebih cepat dan seragam seluruh massa bahan makanan. Namun, hal itu terkait dengan biaya energi yang tinggi dan penggunaannya terbatas pada rangkaian produk tertentu dengan konduktivitas listrik yang sesuai (Serventi, 2017).

2.7 Gradien Tegangan

Tegangan pada listrik merupakan perbedaan yang terdapat pada potensial listrik diantara dua titik dalam rangkaian listrik serta dapat dinyatakan dalam satuan volt. Energi

listrik merupakan energi pada akhir yang dibutuhkan bagi tiap peralatan listrik, yaitu seperti; menggerakkan motor, memanaskan, lampu penerangan, mendinginkan ataupun dapat digunakan untuk menggerakkan kembali peralatan mekanik yang mana dapat menghasilkan energi dalam bentuk lain (Kunlestiowati, 2018). Kalor adalah bentuk energi yang berpindah dikarenakan adanya perbedaan pada suhu. Panas bergerak dari daerah yang bersuhu tinggi ke daerah yang bersuhu rendah. Saat dua benda dengan suhu yang berbeda bersentuhan, maka dapat memicu terjadi pertukaran energi internal hingga suhu kedua benda tersebut dalam kondisi seimbang. Gradien tegangan merupakan besarnya tegangan yang dialirkan pada tiap cm (centimeter) elektrodanya. Sehingga nilai gradien tegangan didapatkan dengan membagi nilai tegangan dengan jarak elektroda pada bagian dalam kerangka *ohmic* atau jari – jari alat. Gradien tegangan memiliki satuan yaitu, V/cm.

2.8 Holding Time

Menurut Bangsawan (2013), *Holding time* atau waktu penahanan dilakukan pada suatu bahan pada proses perlakuan panas dengan menahan pada temperatur pengerasan untuk memperoleh pemanasan yang homogen sehingga kalor yang dihasilkan tersalurkan secara homogen atau merata pada tiap bagian bahan. Penahanan (*holding*) berfungsi untuk mempertahankan suhu pada waktu tertentu sehingga temperatur pada bahan merata serta perubahan struktur terjadi secara merata pula (Widodo dan Huda, 2016). Pada proses pasteurisasi dilakukan waktu penahanan atau *holding time* pada saat temperature bahan sudah mencapai suhu *set point* atau suhu yang diinginkan, untuk suhu pasteurisasi pada madu sendiri dilakukan dengan dibawah 100 °C.

2.9 Kajian Pustaka Sebelumnya

Berikut merupakan beberapa penelitian mengenai cara pengujian dan pengaruh beberapa factor terhadap uji Angka Kapang Khamir (AKK) pada madu yang mana terdapat pada Tabel 2. 3.

Tabel 2. 3 Kajian Pustaka Sebelumnya mengenai Uji Angka Kapang Khamir (AKK) pada Madu

Judul Penelitian	Topik	Peneliti
Uji Mutu Mikrobiologis pada Madu Kecamatan Cakranegara	Penelitian ini menemukan bahwa kualitas mikrobiologis madu ditentukan sesuai dengan peraturan BPOM, meliputi tiga parameter yaitu perhitungan plat nomor total (ALT), nilai angka kemungkinan paling besar (MPN) dan perhitungan plat nomor. . Jenis email. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua sampel madu tidak memenuhi syarat mikrobiologis.	(Rohmi <i>et al.</i> , 2018).

Dengan kata lain, total nilai ALT sampel madu 1 adalah 80.000 CFU/mL, AKK 10 CFU/mL, dan total nilai ALT madu 3 adalah AKK 290 CFU/mL.

Nutritional and Microbiological Components of Honey Samples Obtained from Ogun State, Southwestern Nigeria. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar air, kadar abu, dan pH terhadap kandungan mikroba di dalam madu. Terdapat 3 jenis madu dengan kadar air yang berbeda, yaitu madu OGRE 19,14%, madu Otta 18,21%, dan madu Ijebu-Ode 18,21%. Hasil analisis menyatakan bahwa jumlah total coliform (TCC) sangat rendah dengan minimal $0,3 \times 10^3$ cfu g⁻¹ dari sampel madu dari Abeokuta, sedangkan nilai maksimum $2,0 \times 10^3$ cfu g⁻¹ adalah dari sampel madu dari Ogere. Tidak ada jumlah coliform dalam sampel madu lainnya.

Techniques for the Evaluation of Microbiological Quality in Honey Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan teknik yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi karakteristik mikrobiologi madu serta mengidentifikasi kontaminan flora dan seberapa signifikannya pada madu. Tentukan jumlah koloni ragi di piring berdasarkan persentase yang dikonfirmasi. Hasil analisis dari 30 koloni yang dihitung, lima sudah terkonfirmasi dan tiga sudah dikonfirmasi sebagai ragi (60%), jadi jumlah koloni ragi pada cawan adalah $30 \times 0,6 = 18$. Untuk menghitung jumlah unit pembentuk koloni per gram (CFU / g) khamir dan kapang, kalikan jumlah koloni dengan sepuluh dan dengan kebalikan dari pengenceran.

Analysis of moisture content, acidity and contamination by yeast and molds in Apis mellifera L. honey from central Brazil Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar air dan keasamaan terhadap jumlah kapang khamir pada madu. Variasi kadar air sebesar 15,2 %, 16,4 %, dan 17 %, sedangkan tingkat keasamaan sebesar 46.79, 32.87, dan 43.86 mEq/kg. Kapang dan khamir yang dihasilkan sebesar $< 1.0 \times 10^1$, 2.0×10^1 , dan 2.0×10^1 .

Microbiology of Pollen and Bee Bread: Taxonomy of *Enzymology of Molds* Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jenis *pollen* terhadap kapang yang terbentuk pada sampel madu. Jenis sumber *pollen* antara lain dari bunga, *pollen trap*, dan sel sarang madu. Hasil analisis berupa mayoritas jamur yang teridentifikasi adalah *Penicillia* (32%), *Mucorales* (21%), dan *Aspergillii* (17%). Serbuk sari bunga menghasilkan jumlah isolat tertinggi tetapi jumlah spesies terkecil.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Sains & Teknologi Lastrindo Engineering (STLE) CV. Lastrindo, Jalan Rejekwesi No.11, Gading Kasri, Kecamatan Klojen, Kota Malang, Jawa Timur. Penelitian dimulai pada bulan Oktober 2020.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.4.1 Alat

Dalam penelitian ini digunakan beberapa alat untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Alat yang digunakan terdapat dalam **Tabel 3. 1** sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Alat

Alat	Fungsi	Gambar
Inkubator Sterofoam Rancangan Anang Lastriyanto	Alat untuk inkubasi sampel	

Alat presto Rancangan
Bapak Anang
Lastriyanto

Sebagai pengganti alat
autoklaf dengan tekanan
2 atm untuk instrumen
sterilisasi media PDA



Ohmic Heating
Rancangan Bapak
Anang Lastriyanto

Sebagai instrumen
dalam penghilangan
mikroorganisme pada
madu



Visible Spectrophotometer 721
350 - 1020 nm
Spektrofotometer 6nm

Sebagai instrumen untuk
membaca nilai
absorbansi sampel



Heater Nanotech 1 ltr
NT-1703 Multicooker

Alat untuk merebus air
sebagai sterilisasi glass
ware



Lampu Halogen

Alat untuk memberikan
perlakuan panas pada
uji diastase



Ph Meter Digital ATC-009

Alat untuk mengukur derajat keasaman sampel



Pipet Tetes Nonlogo

Alat untuk memindahkan suatu volume cairan baik sampel maupun bahan kimia lain dengan jumlah yang amat kecil



Labu Ukur Herma 50 ml dan 100 ml

Alat untuk mengencerkan dan membuat larutan dengan konsentrasi tertentu



Kuvet Quartz

Sebagai wadah sampel pada saat pembacaan absorbansi



Timbangan Digital Mini Digital Platform Scale 2kg 0.1g - i2000

Alat untuk mengukur massa bahan



Batang Pengaduk

Sebagai alat untuk menghomogenkan larutan



Cawan Petri Anumbra

Sebagai wadah inkubasi sampel pada media PDA



Gelas Ukur Herma 10 ml dan 100 ml

Sebagai alat untuk mengukur volume larutan



Erlenmeyer Herma 100 ml dan 250 ml

Sebagai wadah sterilisasi media PDA pada autoklaf presto



Gelas Beaker Iwaki 100 ml

Sebagai wadah dalam menimbang sampel



Gelas Beaker Iwaki 250 ml

Sebagai wadah dalam mencampurkan sampel



Bulb Merk D&N

Alat bantu dalam memindahkan sejumlah volume cairan baik sampel maupun bahan kimia lain



Pipet Ukur Iwaki 1 ml dan 10 ml

Alat untuk memindahkan suatu volume cairan baik sampel maupun bahan kimia



Spatula

Alat untuk mengambil sampel atau bahan kimia lain



Termometer

Sebagai pengukur suhu air pada heater



Statif

Sebagai penjepit erlenmeyer dan buret



Kertas Coklat

Sebagai pelapis cawan petri yang akan diinkubasi



Karet Gelang

Sebagai perekat antara kertas coklat/ plastik pada glass ware agar tidak terbuka



Alumunium Foil

Sebagai penutup lubang erlenmeyer saat proses sterilisasi



Plastik

Sebagai pelapis erlenmeyer saat proses sterilisasi



Bunsen

Alat untuk menjaga kondisi lingkungan tetap steril



Microscope Digital

Alat untuk melihat suatu permukaan secara mikroskopik



Kompore

Sebagai sumber panas saat proses sterilisasi media PDA dengan autoklaf presto



Moisture meter

Alat untuk menghitung jumlah kadar air pada sampel



Suntik Stainless Steel

Alat untuk mengambil madu saat proses pasteurisasi

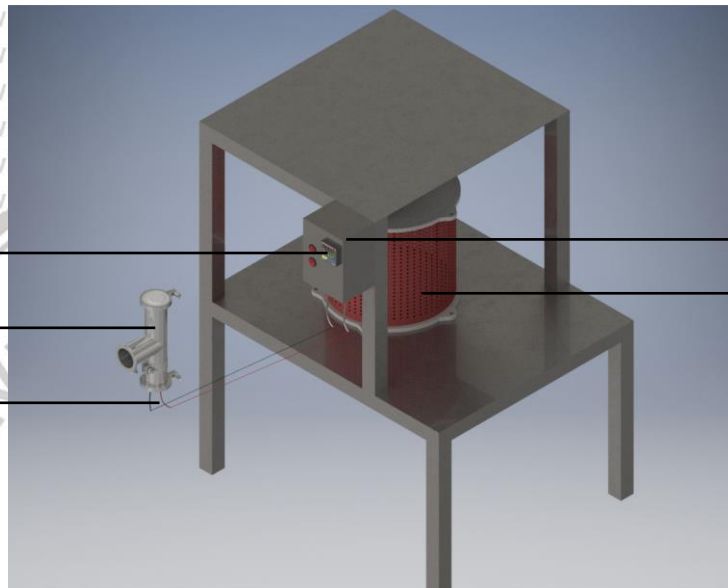


Berikut merupakan gambar rangkaian alat *ohmic heating* yang digunakan pada penelitian ini.

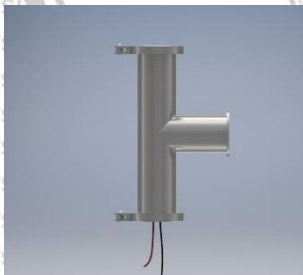
Spesifikasi alat *ohmic heating* yang digunakan sebagai berikut:

Diameter luar tabung *sanitary* : 6,5 cm

- Diameter dalam tabung *sanitary* : 5 cm
- Tebal tabung *sanitary* : 0,5 cm
- Panjang tabung *sanitary* : 22 cm
- Diameter lubang bagian atas tabung *sanitary* : 6,5 cm
- Kapasitas : 40 mL



Gambar 3. 1 Rangkaian *Ohmic Heating* Rancangan Bapak Anang Lastriyanto (Sumber: Dokumentasi Penulis)



Gambar 3. 2 Tabung *Sanitary Ohmic Heating* Tampak Isometri (Sumber: Dokumentasi Penulis)



Gambar 3. 3 Tabung *Sanitary Ohmic Heating* Tampak Depan (Sumber: Dokumentasi Penulis)

Keterangan:

- 1) Tabung *Sanitary ohmic heating*
- 2) Termokopel
- 3) *Control panel*

- 4) Transformeter
- 5) Display suhu *real-time*

3.4.2 Bahan

Dalam penelitian ini digunakan beberapa bahan untuk menunjang pelaksanaan penelitian. Adapun bahan yang digunakan terdapat pada **Tabel 3. 2** sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Bahan

Alat	Fungsi	Gambar
Madu tetes Sialang	Sebagai bahan baku sampel uji	
Aquades	Bahan pelarut sampel uji dan pereaksi lainnya yang didapatkan dari <i>Bio Sains UB</i>	
Media <i>Potato Dextrose Agar (PDA)</i>	Sebagai media penumbuhan kapang/khamir pada sampel yang didapatkan dari CV. Nurra Gemilang Malang	

Asam Tartaric Bahan pemberi suasana asam pada media PDA yang didapatkan dari CV. PHY Edu Laboratory



Pepton Bahan baku *Peptone Dillutin Fluid* (PDF) untuk pengenceran sampel didapatkan dari CV. PHY Edu Laboratory



Amilum Soluble Analisis Merck Sebagai peraksi dalam penentuan enzim diastase yang didapatkan dari CV. Panadia Laboratory



Iodine Analisis Sebagai reagen dalam penentuan enzim diastase yang didapatkan dari CV. PHY Edu Laboratory



Pottasium Iodida Analisis Bahan reagen dalam penentuan enzim diastase yang didapatkan dari CV. Sari Kimia



NaCl Analisis

Sebagai peraksi dalam penentuan enzim diastase yang didapatkan dari CV. Sari Kimia.



Buffer Asetat

Sebagai larutan penyangga untuk sampel uji yang didapatkan dari CV. Sari Kimia



Glukosa Standar

Bahan pembuatan larutan glukosa standar



DNSA (3,5 dinitrosalicylic acid)

Bahan pembuatan reagen uji gula pereduksi



Potassium sodium tartrate (KNaC4H4O6 · 4H2O)

Bahan pembuatan reagen uji gula pereduksi



NaOH Bahan pembuatan reagen uji gula pereduksi



3.3 Metode Penelitian

Penelitian disusun secara factorial menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) factorial 3x3. Faktor pertama yang digunakan adalah gradien tegangan sedangkan factor kedua yang digunakan adalah *holding time*.

1. Faktor pertama adalah waktu pasteurisasi yang digunakan terdiri dari 3 jenis variasi, yaitu:

T1 = 34,8 V/cm (16 menit)

T2 = 46,1 V/cm (8 menit)

T3 = 59,6 V/cm (4 menit)

Gradien tegangan yang didapat merupakan besarnya gradien tegangan yang dibutuhkan untuk menaikkan suhu madu sialangan dari suhu ruang ($\pm 25^\circ\text{C}$) hingga suhu *set point* (63°C). Pada gradien tegangan 34,8 V/cm dibutuhkan waktu selama 16 menit untuk mencapai suhu *set point*, untuk gradien tegangan 46,1 V/cm dibutuhkan waktu selama 8 menit untuk mencapai suhu *set point*, sedangkan gradien tegangan 59,6 V/cm dibutuhkan waktu selama 4 menit untuk mencapai suhu *set point*.

2. Faktor kedua adalah *holding time* yang terdiri dari 3 variasi yang berbeda yaitu:

S1 = 0 s

S2 = 900 s

S3 = 1800 s

dari kedua factor diatas, akan diperoleh 9 kombinasi rancangan percobaan yang dapat dilihat pada **Tabel 3. 3**.

Tabel 3. 3 Faktor Perlakuan Metode Pasteurisasi dan Suhu Pasteurisasi

Gradien Tegangan (T)	Holding Time (S)		
	(S1)	(S2)	(S3)
34,8 V/cm (T1)	T1S1	T1S2	T1S3
46,1 V/cm (T2)	T2S1	T2S2	T2S3
59,6 V/cm (T3)	T3S1	T3S2	T3S3

Keterangan:

T1S1 = Pasteurisasi dengan tegangan 34,8 V/cm

T1S2 = Pasteurisasi dengan tegangan 34,8 V/cm (*holding time* 900 s)

T1S3 = Pasteurisasi dengan tegangan 34,8 V/cm (*holding time* 1800 s)

T2S1 = Pasteurisasi dengan tegangan 46,1 V/cm

T2S2 = Pasteurisasi dengan tegangan 46,1 V/cm (*holding time* 900 s)

T2S3 = Pasteurisasi dengan tegangan 46,1 V/cm (*holding time* 1800 s)

T3S1 = Pasteurisasi dengan tegangan 59,6 V/cm

T3S2 = Pasteurisasi dengan tegangan 59,6 V/cm (*holding time* 900 s)

T3S3 = Pasteurisasi dengan tegangan 59,6 V/cm (*holding time* 1800 s)

Dari Tabel terdapat 9 jenis perlakuan dan akan dilakukan pengulangan saat pengujian aktivitas kapang/ khamir dan sifat kimia sampel sejumlah 3 kali ulangan sehingga banyak sampel yang diperlukan sebanyak 27 sampel untuk tiap jenis pengujian yang dilakukan. Pengulangan saat proses pengujian berfungsi untuk mendapatkan hasil penelitian yang akurat. Pengujian kapang/ khamir pada sampel dilakukan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) yang dilakukan dengan mengukur jumlah koloni kapang/ khamir yang terbentuk setelah masa inkubasi. Sifat kimia madu diuji menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis untuk gula pereduksi dan pengujian enzim diastase.

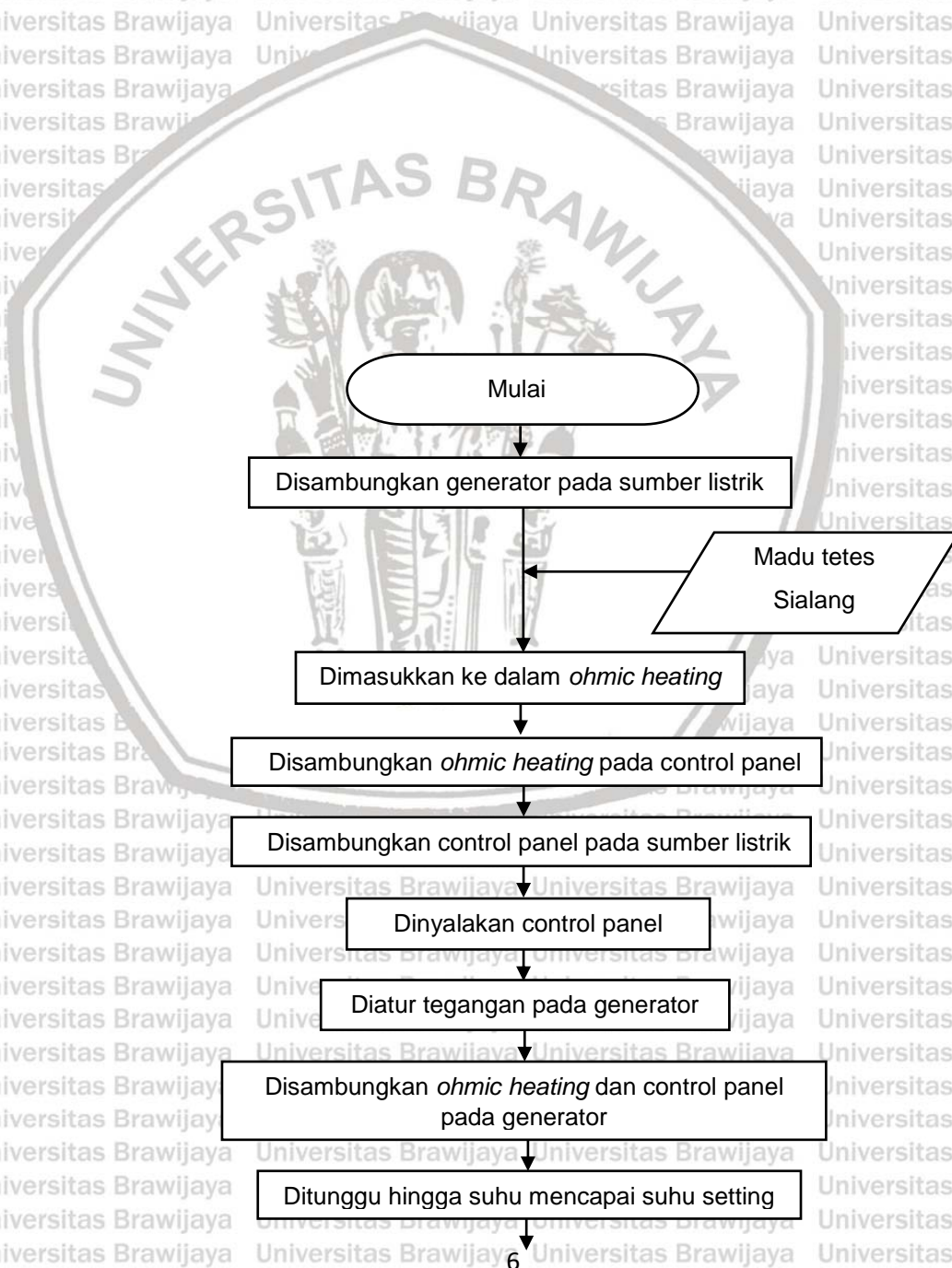
3.4 Pelaksanaan Penelitian

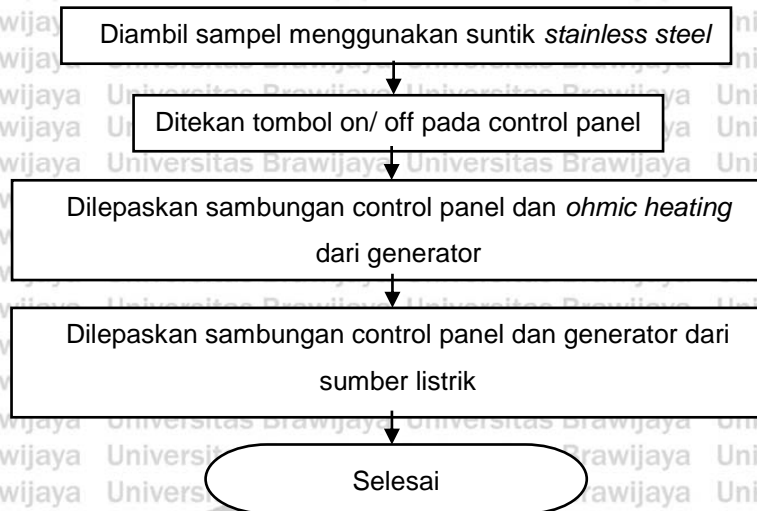
3.4.1 Preparasi Madu

Preparasi madu tetes dilakukan dengan proses penyaringan secara konvensional yaitu dengan menggunakan kain saring. Proses penyaringan dapat dilakukan berkali kali sesuai dengan jenis kain saring yang digunakan, semakin halus permukaan kain saring maka semakin sedikit jumlah penyaringan dilakukan. Proses penyaringan ini berfungsi untuk memisahkan bahan pengotor yang ada pada madu murni. Bahan pengotornya terdiri dari *bee wax*, *pollen*, serta bahan pengotor lainnya. Pengotor tersebut apabila tidak dipisahkan pada madu maka akan mempengaruhi hasil uji baik uji kapang/ khamir maupun uji sifat kimianya.

3.4.2 Pasteurisasi *Ohmic Heating*

Proses pasteurisasi pada sampel madu dapat dilakukan menggunakan alat *Ohmic* dengan 3 variasi tegangan, yaitu 34,8 V/cm, 46,1 V/cm, dan 59,6 V/cm dengan tekanan -75 cmHg, serta *holding time* 0 s, 900 s, dan 1800 s. *Ohmic* merupakan salah satu cara untuk mengurangi jumlah mikroorganisme dalam pangan untuk menjaga umur simpan bahan. Metode Ohm pada dasarnya adalah proses dimana makanan (cair, padat atau campuran keduanya) dipanaskan secara bersamaan dengan mengalirkan arus listrik. Proses lengkapnya dapat dilihat pada **Gambar 3. 4** dibawah ini





Gambar 3. 4 Diagram Alir Proses Pasteurisasi Menggunakan Ohmic Heating

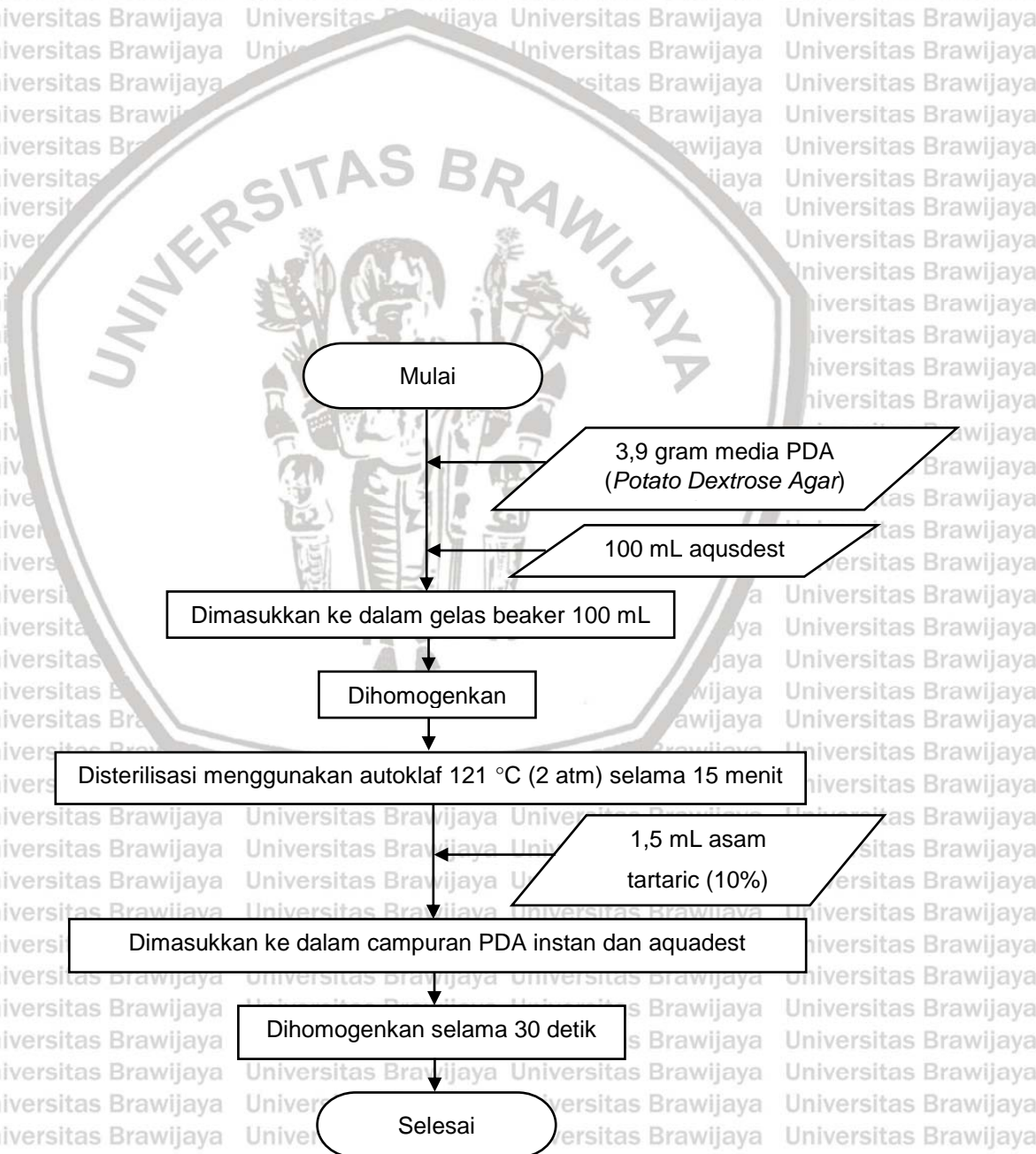
3.4.3 Uji Nilai Kapang Khamir (KKA)

Uji kapang/ khamir yang terdapat didalam sampel madu dengan menghitung jumlah koloni kapang yang terbentuk menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). keberadaan kapang pada makanan akan menghasilkan enzim-enzim yang akan menurunkan kualitas makanan akibat adanya perubahan nutrisi. Bahkan dapat menimbulkan dampak keracunan. Penentuan Angka Kapang Khamir dengan menyiapkan media SDA. Dari larutan stok sampel yang merupakan pengenceran tingkat 10^{-1} , dipindahkan ke tabung steril 1. Lalu lakukan pengenceran hingga tingkat tiga. Disiapkan cawan petri steril yang telah diisi PDA atau SDA 15 – 20 ml. Biarkan beku. Lalu dituang masing-masing 0,1 ml sampel yang telah diencerkan pada cawan petri. Angka Kapang Khamir (AKK) menunjukkan seberapa tinggi jumlah bakteri pada suatu produk. Pada AKK umumnya menggunakan beberapa tingkat pengenceran dari tingkat rendah ke tingkat yang lebih tinggi untuk memudahkan dalam perhitungan koloni kapang khamir. Adanya kapang ataupun khamir mempengaruhi perubahan nutrisi pada pangan. Bahkan dapat menimbulkan dampak keracunan.

3.4.3.1 Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA)

Sebanyak 39 g media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 1 liter *aquadest*, dihomogenkan hingga merata. Selanjutnya ditutup dengan penyumbat kapas atau ditutupi dengan aluminium foil untuk menjaga media PDA pada saat dilakukan sterilisasi. Sterilisasi media PDA menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Tambahkan asam tartaric untuk memberikan suasana asam pada media. Sebanyak 2 gram asam

tartaric dilarutkan dengan aquadest 2 ml, lalu ditambahkan sebanyak 1,5 ml untuk 100 ml larutan PDA. Campuran tersebut dihomogenkan selama 30 detik hingga merata. Kemudian dituangkan ke dalam cawan petri yang sudah disterilkan terlebih dahulu dengan air dengan suhu 45 – 50 °C. Proses pembuatan media PDA secara jelas dapat dilihat pada **Gambar 3. 5**.



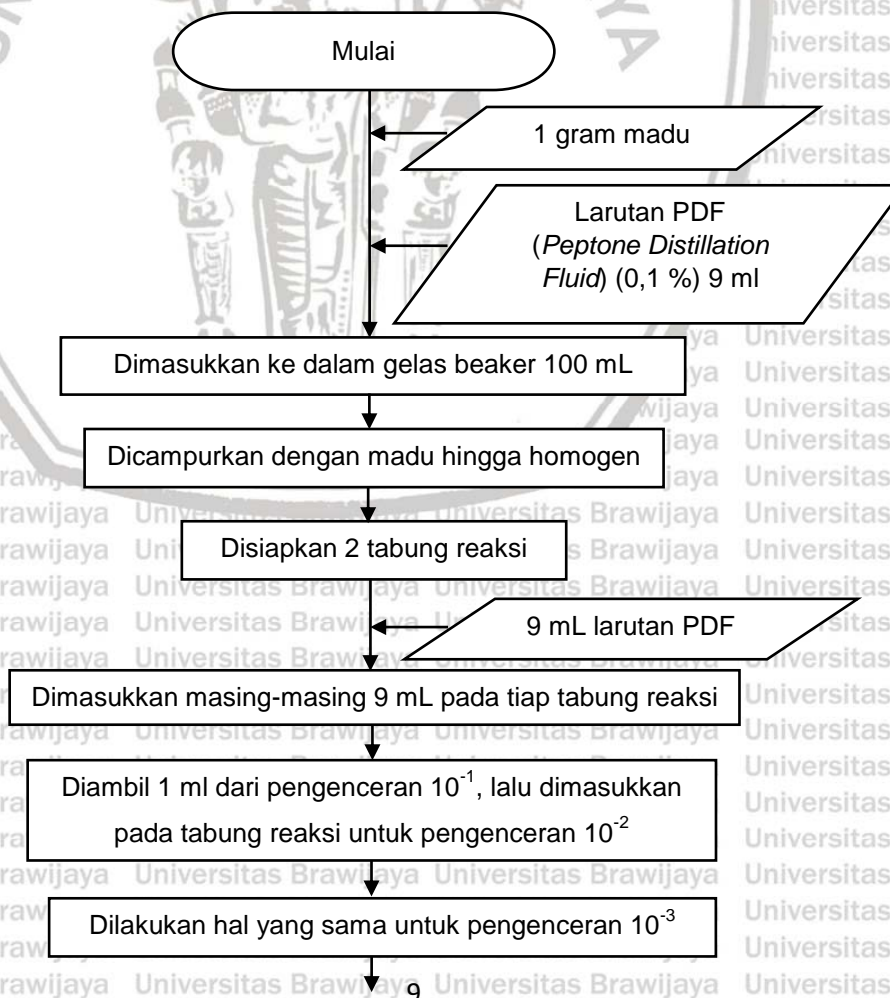
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Media PDA (Potato Dextrose Agar)

3.4.3.2 Pembuatan Media Peptone Dillution Fluid (PDF)

Sebanyak 0,3 gram media PDF dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan 1 liter *aquadest* dan dihomogenkan selama 30 detik hingga tercampur rata. Selanjutnya ditutup dengan penyumbat kapas/ aluminium foil dan disterilkan di dalam autoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C.

3.4.3.3 Preparasi Sampel Madu

Secara aseptik ditimbang 25 gram sampel dan dimasukkan kedalam erlenmeyer yang telah berisi 225 ml larutan PDF, dihomogenkan sehingga diperoleh suspensi dengan pengenceran 10^{-1} . Dipipet 1 ml larutan dari pengenceran 10^{-1} dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml media PDF, dikocok homogen hingga diperoleh pengenceran 10^{-2} . Lakukan hal yang sama untuk mendapatkan pengenceran 10^{-3} . Pada **Gambar 3. 6** dijelaskan bagaimana cara untuk melakukan preparasi pada madu.





Selesai

Gambar 3. 6 Diagram Alir Preparasi Sampel Madu

3.4.3.1 Inkubasi Campuran Media PDA dengan Sampel Madu

Masing-masing pengenceran (10^{-1} , 10^{-2} dan 10^{-3}) dipipet 0,1 ml ke dalam cawan petri yang telah berisi media PDA yang telah ditambahkan asam tartarik, segera digoyangkan sambil diputar hingga suspensi tersebar merata dan dibuat duplo. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 30°C – 35°C dan diamati pada hari ke-3.

3.4.4 Uji Gula Pereduksi pada Madu

Penurunan kadar gula dipengaruhi oleh tingkat keasaman dan tingkat keasaman dipengaruhi oleh nilai pH madu (Savitri, 2017). Nilai keasaman yang tinggi dapat dipengaruhi oleh kadar air madu. Semakin tinggi kadar air dan keasaman madu, semakin besar fermentasi madu tersebut. Peningkatan fermentasi dapat membuat madu terasa asam dan menurunkan nilai gula pereduksi (glukosa) (Prica et al., 201). Penyimpanan pada kelembaban tinggi juga mempengaruhi keasaman madu (Savitri et al., 2017).

3.4.4.1 Reagen

Pembuatan reagen dilakukan berdasarkan konsep Miller (1959). Langkah pertama adalah menimbang DNSA (3,5 dinitrosalicylic acid) sebesar 0,1 gr lalu dimasukkan ke erlenmeyer 100 mL. Ditambahkan 20 ml NaOH 2M dan dihomogenkan dengan pemanasan waterbath hingga homogen. Kemudian tambahkan larutan dengan Potassium sodium tartrate ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 30 gr yang telah diencerkan dengan aquadest secukupnya. Lalu pindahkan larutan ke gelas ukur 100 ml, tambahkan aquades hingga tanda batas. Pindahkan larutan ke dalam gelas erlenmeyer serta panaskan dalam waterbath sembari dihomogenkan. Dinginkan larutan lalu saring dengan kertas saring jika masih terdapat gumpalan yang belum terlarut.

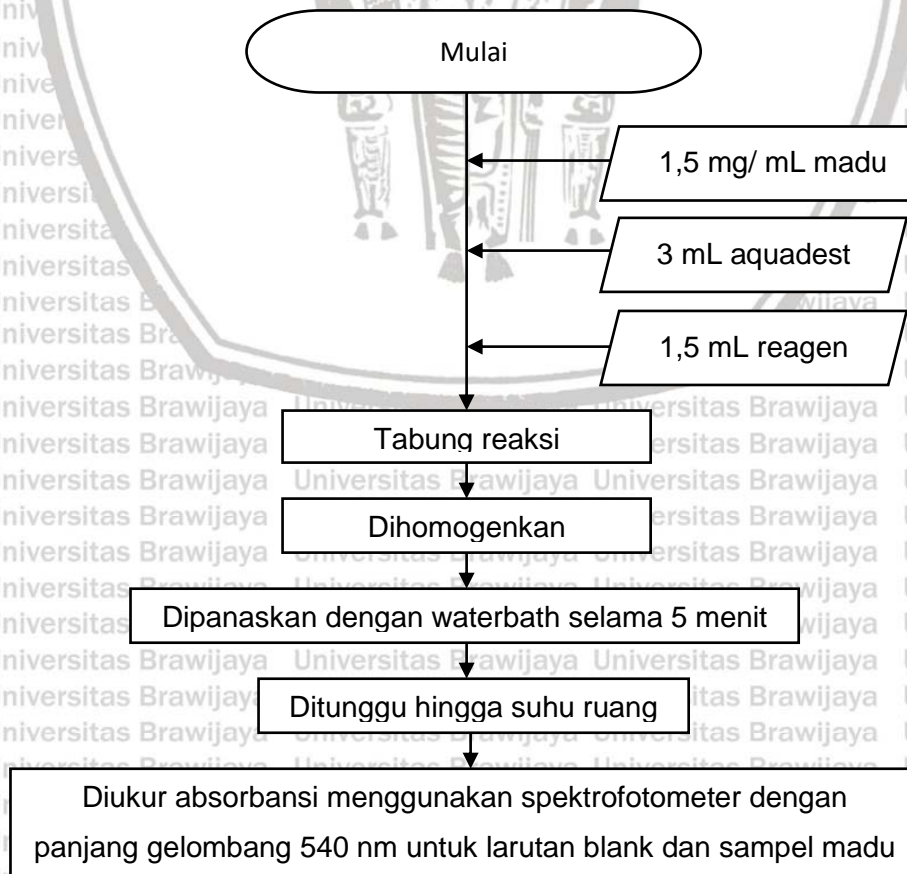
3.4.4.2 Kurva Standar Glukosa

Siapkan alat dan bahan lalu timbang glukosa standar sebanyak 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,4 mg/mL dan tambahkan air hingga 1,5 mL. Masukkan glukosa standar ke dalam tabung reaksi. Kemudian tambahkan 1,5 mL aquades dan 1,5 mL reagen. Panaskan larutan glukosa standar ke dalam waterbath selama 5 menit sembari

dihomogenkan. Dinginkan larutan hingga suhu ruang kemudian uji dengan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 540 nm. Dilakukan pengujian larutan blank kemudian larutan glukosa 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1; 1,2; 1,4 mg/mL. Catat hasil dan buat kurva standar. Pembuatan kurva standar glukosa merupakan data antara nilai absorbansi (sumbu y) dengan konsentrasi larutan (sumbu x), dengan persamaan regresi linier $y = ax+b$. Hasil dari kurva standar glukosa dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

3.4.4.3 *Determinasi Gula Pereduksi*

Disiapkan 1,5 mg/mL madu lalu dimasukkan ke tabung reaksi. Tambahkan 1,5 mL aquades dan 1,5 mL reagen. Panaskan larutan sampel madu di dalam waterbath selama 5 menit sembari dihomogenkan. Dinginkan larutan hingga suhu ruang dan lakukan pengujian menggunakan Spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 540 nm. Tahapan – tahapannya dapat dilihat pada **Gambar 3. 7** dibawah ini.





Gambar 3. 7 Diagram Alir Determinasi Gula Pereduksi

3.4.5 Uji Aktivitas Enzim Diastase pada Madu

Aktivitas enzim diastase pada madu menggunakan metode *schade* yang mana diketahui dengan menghitung nilai DN (*Diastase Number*). DN merupakan total gram pati yang terhidrolisis pada suhu 40°C tiap 1 jam per 100 gram madu. Prinsip dari uji ini adalah mengukur nilai absorbansi dari campuran sampel madu dan larutan pati yang telah dipanaskan pada suhu 40°C dengan interval waktu 5 menit secara berkala dan telah direaksikan dengan reagen iodine.

3.4.5.1 Larutan Induk Iodium dan Pembuatan Larutan Iodium Encer

Pembuatan larutan induk iodium dilakukan dengan melarutkan 1,1 gr iodine dan 2,2 gr pottasium iodida di 4 ml aquadest lalu encerkan hingga 50 ml. Larutan ini dapat disimpan selama satu tahun di dalam botol yang dilapisi alumunium foil untuk menghindari reaksi oksidasi karena paparan sinar matahari. Sedangkan untuk larutan iodium encer dibuat dari 2 gr pottasium iodida dan 0,5 ml serta diencerkan hingga 100 ml menggunakan aquades. Larutan iodium encer ini harus di buat di hari penggunaan untuk pengujian karena larutan bersifat teroksidasi dan rentan terhadap paparan sinar matahari.

3.4.5.2 Penentuan %b/k Pati dan pembuatan larutan pati

Dicari dahulu nilai presentase berat kering pati dengan menghitung kadar air pati yang dipakai. Pati yang digunakan merupakan pati standard (*amylum soluble*). Perhitungan kadar air pati dilakukan dengan alat *moisture content* dengan 3 kali

pengulangan, kemudian rata-rata dari kadar air ketiganya dimasukkan dalam rumus berikut.

Pembuatan larutan pati dengan melarutkan 2gr (b/k%) pati dan 90 ml air sampai terbentuk suspensi. Suspensi yang terbentuk dipanaskan selama 3 menit, kemudian didinginkan hingga suhu ruang menggunakan air mengalir. Suspensi yang terdapat di labu ukur 100 ml ditambahkan air hingga tanda batas dan dihomogenkan dengan merata agar tidak terjadi penggumpalan seperti *jelly*. Larutan pati bertahan selama 24 jam, karena larutan mudah berjamur. Larutan pati harus dilakukan kalibrasi untuk mengetahui apakah pati yang digunakan cocok untuk uji aktivitas enzim diastase dan mengetahui jumlah volume aquades yang akan ditambahkan saat pengukuran absorbansi.

3.4.5.3 Larutan Buffer Asetat pH 5,3 dan Larutan NaCl 0,5 M

Larutan buffer dibuat dengan melarutkan sodium asetat sebanyak 4,35 gram dalam aquadest dan ditambahkan 0,5 mL asam asetat. Kemudian dihomogenkan serta diukur pH nya. Jika $pH < 5,3$ maka ditambahkan sodium asetat, jika $pH > 5,3$ maka ditambahkan asam asetat. Sedangkan untuk larutan natrium klorida dibuat dengan melarutkan natrium klorida sebanyak 0,73 gram dalam 25 ml air yang mendidih. Larutan ini rentan terkontaminasi oleh jamur sehingga harus sering diperbaharui.

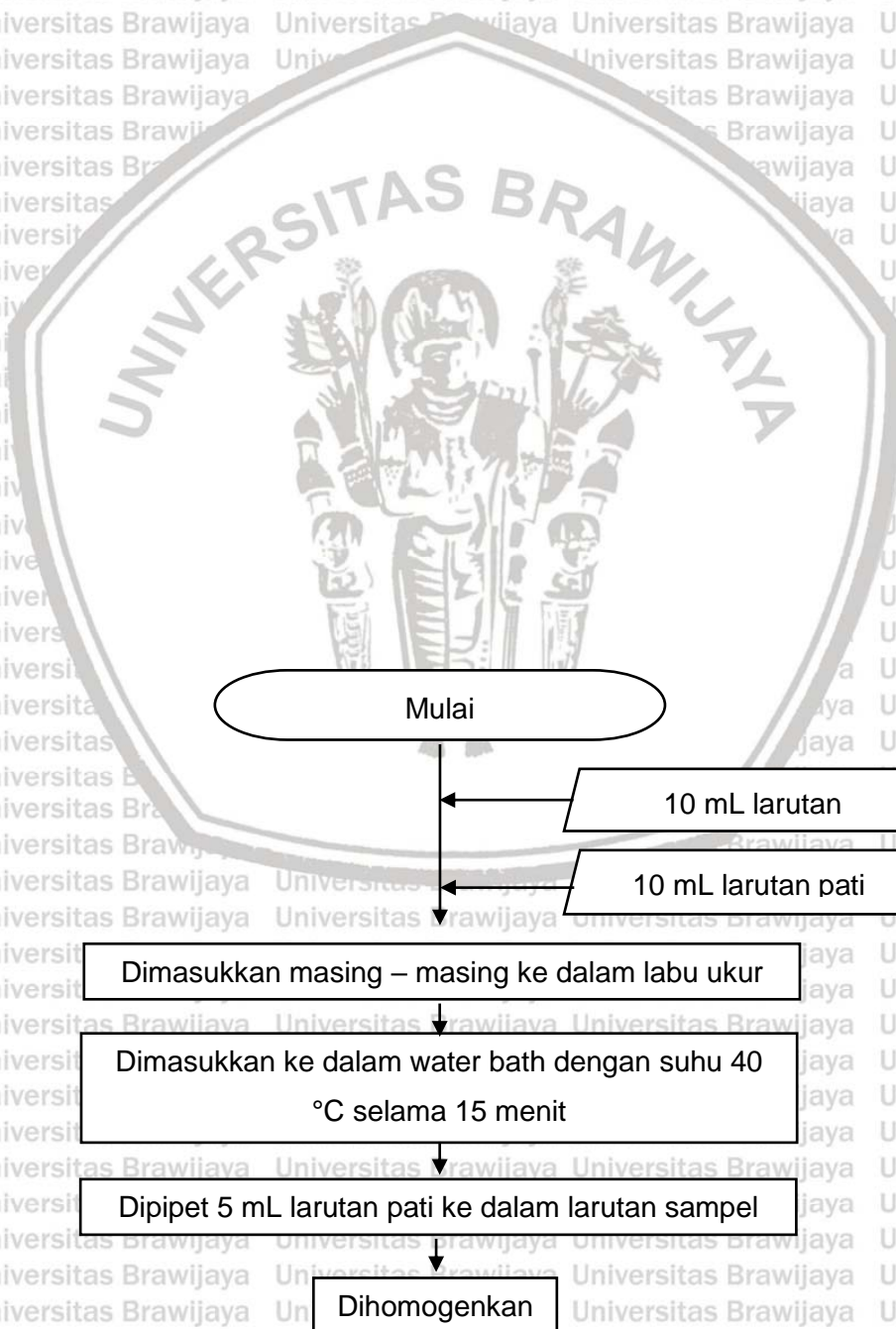
3.4.5.4 Preparasi Sampel Madu

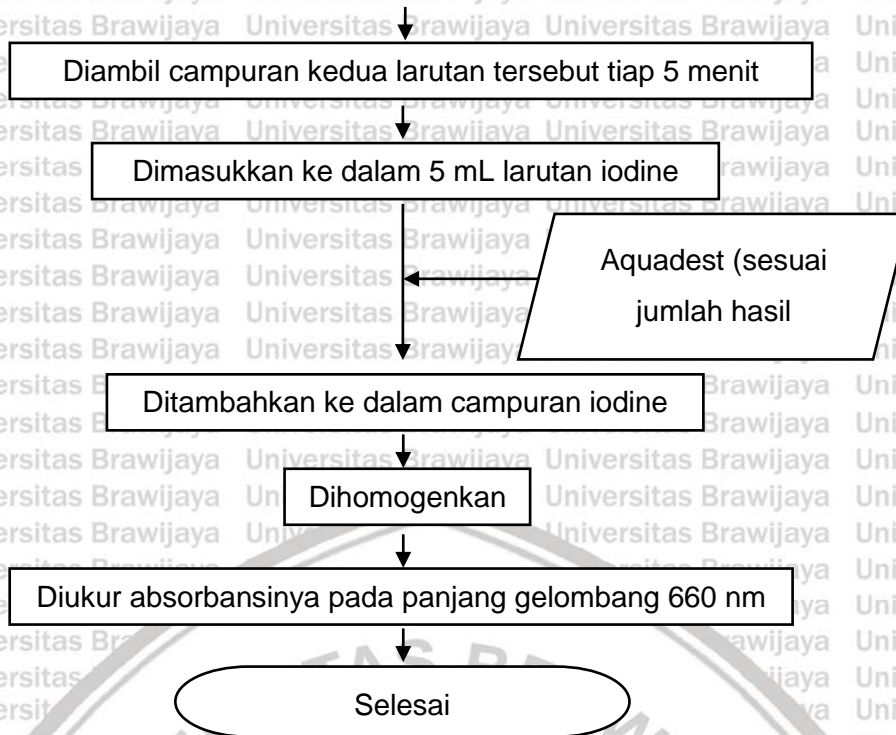
Dilakukan dengan menimbang madu dan dilakukan buffer sebelum dilakukan dicampurkan dengan NaCl untuk meminimalisir kerusakan madu ketika larutan madu bereaksi dengan NaCl. Madu sebanyak 10 gram ditambahkan 15 ml air dan 5 ml buffer asetat lalu dihomogenkan. Larutan tersebut dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL yang telah berisi 3 mL NaCl, kemudian ditambahkan air sampai tanda batas dan dihomogenkan secara merata.

3.4.5.5 Pengukuran Absorbansi Sampel

Larutan sampel sebanyak 10 ml dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian dimasukkan ke dalam water bath selama 15 menit dengan suhu 40 °C dan labu ukur kedua yang berisi 10 ml larutan pati. Lalu pipet 5 mL larutan pati ke dalam larutan sampel, homogenkan. Diambil campuran larutan dan

dimasukkan ke dalam 5 ml larutan iodine tiap 5 menit. Tambahkan air dengan jumlah sesuai dengan hasil kalibrasi sebelumnya, homogenkan. Kemudian diukur nilai absorbansi menggunakan alat spektrometer *visible* tipe 721 dengan panjang gelombang sebesar 660 nm. Tahapan – tahapannya dapat dilihat pada **Gambar 3.8** sebagai berikut.





Gambar 3. 8 Diagram Alir Pengukuran Absorbansi Sampel

3.4.6 Parameter Penelitian dan Analisis Data

3.4.6.1 Parameter Penelitian

Pada penelitian kali ini terdapat beberapa parameter yang akan diteliti, seperti Uji kapang khamir (KKA), Uji gula pereduksi dan Uji aktivitas enzim diastase pada sampel madu.

3.4.6.1.1 Uji Kapang/ Khamir (KKA)

Cawan petri menunjukkan jumlah koloni antara 10 – 150 koloni tiap satu pengenceran. Lalu dihitung jumlah koloni dari ketiga cawan petri lalu dikalikan dengan factor pengencerannya. Bila pada cawan petri dari tiga tingkat pengenceran yang beruntun menunjukkan jumlah koloni antara 10 - 150, maka dihitung jumlah koloni kemudian dikalikan dengan factor pengenceran, lalu diambil angka rata – rata yang dihasilkan dari ketiganya. Data yang dihasilkan akan dikalikan sebagai Angka Kapang/ Khamir (AKK) dalam tiap gram atau ml sampel madu yang diuji. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3454 (2013), batas maksimal dari jumlah koloni kapang dan khamir pada madu sebesar kurang dari 1×10^1 koloni/gram sampel.

3.4.6.1.2 Gula Pereduksi

Kadar gula pereduksi dari sampel madu dihitung berdasarkan kurva standar glukosa yang sebelumnya telah dibuat. Hasil absorbansi glukosa standar dengan konsentrasi yang berbeda berfungsi untuk mendapatkan nilai kurva standar. Data absorbansi glukosa standar yang didapatkan, dimasukkan ke dalam aplikasi excel sehingga dapat diperoleh kurva standar serta rumusnya. Nilai x didapatkan dari memasukkan nilai absorbansi sampel ke dalam huruf y . Nilai x merupakan konsentrasi glukosa dalam madu, yang mana nilainya akan dibagi dengan jumlah berat madu yang digunakan untuk sampel. Menurut SNI, kandungan gula pereduksi di dalam madu minimal 65% b/b.

3.4.6.1.3 Enzim Diastase

Aktivitas enzim diastase pada sampel madu menggunakan persamaan regresi linear agar dapat mengetahui waktu yang dibutuhkan untuk mencapai absorbansi sebesar 0,235 berdasarkan data absorbansi yang telah diolah. Kemudian persamaan regresi linear diolah menjadi nilai DN (*Diastase Number*) dengan memasukkannya ke dalam persamaan diastase, yaitu 300 dibagi dengan waktu yang didapat. Nilai 300 merupakan ketentuan dari rumus yang sudah ada. Nilai presentase berat kering pati didapat dengan menghitung kadar air pati yang dipakai. Perhitungan kadar air pati dilakukan dengan alat *moisture content* dengan 3 kali pengulangan, kemudian rata-rata dari kadar air ketiganya atau berat timbangan basah dimasukkan dalam rumus, yaitu berat kering dibagi dengan 1 dikurangi persentase kadar air yang didapat sebelumnya. Nilai absorbansi sampel setelah kalibrasi dimasukkan ke dalam aplikasi excel sehingga diketahui persamaan regresi. Pada persamaan regresi y sebesar 0,235 sesuai SNI yang berlaku, kemudian dimasukkan ke dalam rumus DN sehingga didapat jumlah diastase pada sampel madu tersebut.

3.4.6.2 Analisis Data

Analisis data pada penelitian ini diperoleh berdasarkan Rancangan Acak Kegiatan (RAK). Metode RAK akan dianalisis menggunakan analisis ANOVA (*analysis of variances*). Kemudian, apabila hasil tersebut berpengaruh nyata maka akan diuji lanjut dengan uji LSD (BNT) dengan selang kepercayaan 5% untuk

mengetahui apakah kedua faktor berpengaruh nyata terhadap analisa sampel madu yang diuji. Analisa dilakukan dengan aplikasi SPSS.

3.5 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan berfungsi untuk mempelajari secara mendetail mengenai penelitian yang nantinya akan dilaksanakan, serta untuk mengetahui estimasi waktu untuk penelitian utama dan proses pengujian pada hasil penelitian yang didapat. Pada penelitian pendahuluan, penulis mempelajari prinsip kerja dari *ohmic heating* serta cara pengoperasiannya. Tiap bahan yang diberikan perlakuan oleh *ohmic heating* membutuhkan voltase yang berbeda-beda, hal tersebut dikarenakan tiap bahan memiliki massa jenis bervariasi yang mana mempengaruhi tegangan yang dibutuhkan untuk memanaskan bahan sampai suhu dan waktu tertentu. Penulis juga mempelajari bagaimana proses pasteurisasi madu secara konvensional menggunakan prinsip pemanasan manual dengan labu ukur. Madu yang digunakan pada penelitian pendahuluan ini juga beragam jenisnya. Suhu setting yang digunakan saat penelitian pendahuluan sebesar 63 °C dikarenakan berdasarkan jurnal yang sudah ada proses pasteurisasi madu dilakukan pada suhu 60 °C – 80 °C. Hasil penelitian pendahuluan yang dapat dilihat pada **Tabel 3. 4**, berupa data Angka Kapang Khamir (AKK), kadar air, dan nilai viskositas tiap jenis madu yang diberikan perlakuan yang berbeda-beda.

Tabel 3. 4 Data Hasil Penelitian Pendahuluan

Jenis Madu	Kadar Air (%)	Viskositas (Poise)	Angka Kapang Khamir (Koloni/ mL)
Singkong sebelum pasteurisasi	27,20	7,057	43
Singkong setelah pasteurisasi	22,71	-	26
Riau sebelum pasteurisasi	18,68	7,676	5
Riau setelah pasteurisasi	17,97	8,041	2

Berdasarkan data hasil penelitian pendahuluan diatas, maka dapat diketahui bahwa nilai Angka Kapang Khamir (AKK) pada sampel madu setelah diberi perlakuan pasteurisasi mengalami penurunan dibandingkan sebelum pasteurisasi. Hal ini dapat menjelaskan bahwa perlakuan pasteurisasi dapat membunuh mikroorganisme, seperti kapang dan khamir, pada sampel madu sehingga dapat menghambat proses fermentasi pada madu dan dapat memperpanjang umur simpan dari madu tersebut. Kadar air pada madu juga mempengaruhi keberadaan pada kapang khamir, karena kapang dan khamir lebih mudah tumbuh pada kondisi lingkungan dengan kadar air tinggi (>22%). Terdapat pengolahan lanjutan pada madu setelah pasteurisasi, yaitu evaporasi dan *cooling*. Hasil

angka kapang khamir (AKK) pada madu setelah proses tersebut juga terjadi perubahan, dapat dilihat pada Tabel 3. 5.

Tabel 3. 5 Data Hasil Uji Angka Kapang Khamir (AKK)

Jenis Madu	Pengenceran			Total Angka Kapang Khamir (Koloni/ mL)
	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	
Singkong setelah evaporasi	12	2	7	< 10
Singkong setelah <i>cooling</i>	3	1	0	< 10
Riau setelah <i>cooling</i> (125 mL)	2	2	0	< 10
Riau setelah <i>cooling</i> (250 mL)	2	2	1	< 10
Riau setelah <i>cooling</i> (500 mL)	2	1	0	< 10



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Gradien Tegangan dengan Variasi Lama Waktu Proses Pasteurisasi

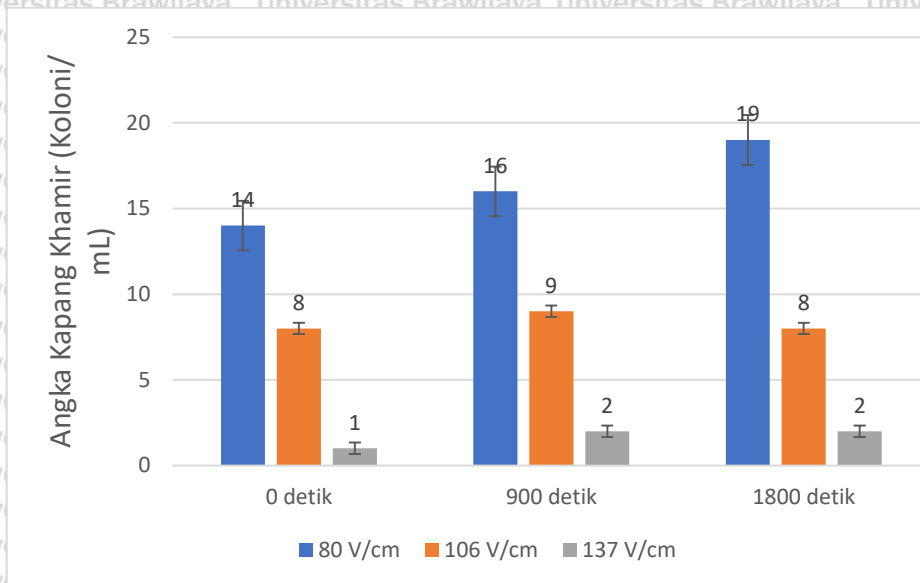
Gradien tegangan pada proses pasteurisasi madu sialang menggunakan metode *ohmic heating* didapatkan melalui cara *trial-error*. Pasteurisasi madu dilakukan dengan 3 (tiga) varian lama waktu proses, yaitu selama 4 menit, 8 menit, dan 16 menit. Lama waktu pasteurisasi yang digunakan menggunakan variasi 2^n , dengan nilai $n = 2, 3, \text{ dan } 4$. Pelaksanaan dalam mencari tegangan dilakukan dengan uji coba tiap tegangan yang berbeda-beda, sehingga dapat menaikkan suhu awal berupa suhu ruang ($\pm 25^\circ\text{C}$) menjadi

suhu *set point*, yaitu 63 °C. Suhu *set point* ditentukan berdasarkan suhu optimal untuk melakukan pasteurisasi pada madu. Dibutuhkan tegangan sebesar 59,6 V/cm untuk menaikkan suhu madu sialnga, dari suhu ruang, yaitu 26, 1 °C menjadi 63 °C selama 4 menit. Dibutuhkan tegangan sebesar 46,1 V/cm untuk menaikkan suhu madu sialnga, dari suhu ruang, yaitu 24, 7 °C menjadi 63 °C selama 8 menit. Sedangkan Dibutuhkan untuk menaikkan suhu madu sialang, dari suhu ruang, yaitu 27, 7 °C menjadi 63 °C selama 16 menit, dibutuhkan tegangan sebesar 34,8 V/cm. Dipilihnya suhu *set point* sebesar 63°C dikarenakan pemanasan madu dengan suhu lebih dari 70 °C tidak disarankan karena menyebabkan perubahan rasa, warna, dan granulasi pada sampel madu dan juga dapat mengurangi komponen bioaktif dan antioksidan serta menurunkan kualitas produk madu dan kandungan nutrisinya (Escriche, *et al.*, 2009). Untuk menghambat ragi dan jamur dalam pemanasan madu alami di suhu yang lebih tinggi dari 80 °C selama 60 detik menggunakan teknik suhu tinggi-waktu pemanasan singkat. Pemanasan madu di suhu antara 60 hingga 70 °C selama 10 menit serta tidak langsung pemanasan dalam proses konvensional yang berada di kisaran 60 sampai 65 °C selama 25-30 menit dapat menghancurkan ragi sepenuhnya (E. Yeshitila dan E. Tekeba, 2019).

4.2. Pengaruh Gradien Tegangan Pasteurisasi dan *Holding Time* Terhadap Angka Kapang Khamir (AKK)

Pengujian jumlah Angka Kapang Khamir (AKK) dilakukan pada produk madu yang telah dipasteurisasi menggunakan *Ohmic heating* . Proses pasteurisasi dilakukan dengan memanfaatkan tegangan listrik dengan variasi gradien tegangan serta *holding time* . Terdapat 3 variabel *holding time* (0 detik, 900 detik, dan 1800 detik) yang digunakan pada pengujian ini, dengan gradien tegangan yang berbeda pula, yaitu 34,8 V/cm, 46,1 V/cm, dan 59,6 V/cm. Gradien tegangan didapatkan berdasarkan lamanya waktu pasteurisasi madu tetes dari suhu ruang (± 25 °C) hingga mencapai suhu pasteurisasi madu, yaitu sebesar 63 °C. Jika untuk pasteurisasi pada madu tetes dilakukan selama 4 menit agar mencapai suhu *set* , maka diperlukan tegangan sebesar 59,6 V/cm. Pada proses pasteurisasi yang dilakukan selama 8 menit, diperlukan tegangan sebesar 46,1 V/cm, sedangkan pasteurisasi selama 16 menit dibutuhkan tegangan sebesar 34,8 V/cm. Data ini merupakan hasil rata-rata dari total Angka Kapang Khamir (AKK) dari proses pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* . Proses pasteurisasi madu dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali yang mana bertujuan untuk meminimalkan nilai *error* dari data penelitian yang dihasilkan. Data total Angka Kapang Khamir (AKK) produk madu tetes Sialangyang telah dipasteurisasi sebanyak 3 kali pengulangan telah dilampirkan pada

Lampiran 1. Data berupa grafik total Angka Kapang Khamir terhadap *holding time* dengan variasi gradien tegangan dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4. 1 Grafik Waktu dan Angka Kapang Khamir dengan Variasi Gradien Tegangan

Berdasarkan grafik diatas, ditunjukkan bahwa rata-rata total kapang khamir yang dihasilkan dari ketiga kali pengulangan proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 0 detik dengan pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm didapatkan hasil sebesar 14 koloni/mL kapang khamir. Dan rata-rata total kapang khamir dengan *holding time* 0 detik dengan pemberian tegangan sebesar 46,1 V/cm didapatkan hasil sebesar 8 koloni/mL, sedangkan pada perlakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 1 koloni/mL. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 0 detik atau saat mencapai suhu *setting* didapati total kapang khamir terendah, yaitu 1 koloni/mL dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating*, yaitu pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm.

Pada grafik diatas ditunjukkan bahwa rata-rata total kapang khamir yang dihasilkan dari ketiga kali pengulangan proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 900 detik dengan pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm didapatkan hasil sebesar 19 koloni/mL kapang khamir. Dan rata-rata total kapang khamir dengan *holding time* 900 detik dengan pemberian tegangan sebesar 46,1 V/cm didapatkan hasil sebesar 8 koloni/mL, sedangkan pada perlakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 2 koloni/mL. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 900 detik, total kapang khamir terendah dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* terdapat pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm, yaitu 2 koloni/mL.

Nilai rata-rata total kapang khamir yang dihasilkan oleh pengulangan ketiga dari proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 1800 detik dan pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm sebesar 19 koloni/mL kapang khamir. Dan rata-rata total kapang khamir dengan *holding time* 1800 detik dengan pemberian tegangan sebesar 46,1 V/cm didapati hasil sebesar 8 koloni/mL, sedangkan pada perlakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 2 koloni/mL. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 1800 detik, total kapang khamir terendah dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* terdapat pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm, yaitu 2 koloni/mL. Dapat dilihat bahwa angka total kapang khamir pada tiap kenaikan gradien tegangan mengalami kecenderungan menurun.

Berdasarkan data grafik diatas dapat disimpulkan bahwa angka kapang khamir pada sampel madu dipengaruhi oleh hubungan gradien tegangan dan *holding time* proses pasteurisasi madu. Angka Kapang dan khamir terendah didapati pada proses pasteurisasi dengan tegangan 59,6 V/cm serta *holding time* 0 s atau saat suhu *setting* (63 °C), yaitu sebesar 1 koloni/mL. Sedangkan angka kapang khamir tertinggi, yaitu 19 koloni/mL, dengan tegangan proses pasteurisasi 34,8 V/cm serta *holding time* 1800 s. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa jumlah kapang dan khamir cenderung menurun seiring dengan meningkatnya gradien tegangan serta semakin rendahnya *holding time* pada proses pasteurisasi. Menurut Akhmazillah *et al.* (2018), proses pasteurisasi dilakukan pada suhu sekitar 55°C bertujuan untuk memastikan madu tetap dalam bentuk cair untuk penyaringan. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 60 ° C ke atas berfungsi untuk menonaktifkan ragi dan mikroorganisme. Namun, perlakuan panas di atas 75°C menyebabkan degradasi senyawa bioaktif yang dapat mempengaruhi kualitas madu. Senyawa fenol dilaporkan sebagai senyawa bioaktif utama madu yang akan terpengaruh secara negatif oleh perlakuan panas. Terdapat 3 variabel *holding time*, yaitu 0 s, 900s, dan 1800 s (0 menit, 15 menit, dan 30 menit), variasi ini dipilih dikarenakan terdapat perbedaan kapang khamir yang terbentuk secara signifikan pada ketiga variasi *holding time* tersebut. Pada perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu *set*) bersifat beda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 900 s (15 menit) dan 1800 s (30 menit), dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Perlakuan *holding time* 900 s (15 menit) bersifat beda nyata dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$) jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu *set*) dan 1800 s (30 menit). Lalu, untuk perlakuan *holding time* 1800 s (30 menit) berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu *set*) dan 900 s (15 menit), dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Tegangan pada proses pasteurisasi madu menggunakan 3 gradien tegangan, yaitu 34,8 V/cm, 46,1 V/cm, dan 59,6 V/cm, variasi ini dipilih, dikarenakan terdapat

perbedaan kapang khamir yang terbentuk secara signifikan pada ketiga gradien tegangan tersebut. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm berbeda nyata jika dibandingkan dengan tegangan 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm, dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Gradien tegangan 46,1 V/cm bersifat beda nyata dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$) jika dibandingkan dengan tegangan 34,8 V/cm dan 59,6 V/cm. Selain itu, pada gradien tegangan 59,6 V/cm berbeda nyata jika dibandingkan dengan tegangan 34,8 V/cm dan 46,1 V/cm, dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$).

Data didapatkan melalui proses eksperimen serta pengujian pada laboratorium, kemudian dilakukan analisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Data tersebut diolah menggunakan aplikasi pengolahan data, *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 20 dengan metode *General Linear Model-Univariate*. Metode yang digunakan memiliki fungsi untuk menguji adanya interaksi dalam beberapa variabel yang terjadi antar satu sampel dengan sampel lainnya. Hasil interaksi menunjukkan nyata atau tidaknya hubungan antar sampel yang diuji. Dalam pendekatan nilai probabilitas (*p-value*), jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih besar atau sama dengan tingkat signifikansi α , maka hipotesis nol H_0 diterima. Namun jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih kecil dibandingkan tingkat signifikansi, maka hipotesis nol ditolak (Rosmaini, 2016). Data yang dihasilkan oleh SPSS 20 untuk angka kapang khamir dapat dilihat pada **Lampiran 5**. Data pada **Tabel 4.1** merupakan hasil pengolahan data menggunakan ANOVA.

Tabel 4.1 Hasil Uji F Hitung

Faktor	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Tegangan	993,308	3,63	6,23
Holding Time	11,385	3,63	6,23
Kesimpulan	BERBEDA NYATA		

Multivariate analysis of variance (MANOVA) merupakan perluasan dari ANOVA. Dalam ANOVA hanya terbatas pada penggunaan satu variabel tak bebas yang bersifat metrik (interval atau rasio), sedangkan pada MANOVA dapat melibatkan dua atau lebih variabel tak bebas yang bersifat metrik ditolak (Rosmaini, 2016). Uji *Two-way Anova* (uji anova dua arah) digunakan untuk mengetahui apakah ada interaksi antar faktor yang akan diteliti, yaitu gradien tegangan dan *holding time*. Faktor tersebut pada penelitian ini termasuk dalam variabel *independent*, yang mana menghasilkan data kuantitatif. Uji ini sama dengan uji yang lain, yang mana bertujuan untuk mengetahui pengaruh tiap faktor yang ada, hanya saja menggunakan langkah yang berbeda-beda untuk menempuh hasil, tergantung banyaknya sampel dan uji statistik yang hendak dipakai. Gradien tegangan

berpengaruh secara nyata dengan signifikan sebesar 0.000, yang mana nilai P-value lebih kecil dari 0,05 ($P < 0,05$) terhadap angka kapang khamir pada sampel. Perlakuan *holding time* juga berpengaruh secara nyata terhadap angka kapang khamir pada sampel, namun dengan signifikan sebesar 0.001, yang mana nilai P-value lebih kecil dari 0,05 ($P < 0,05$).

Setelah itu dilakukan uji lanjutan berupa uji LSD pada hubungan antara gradien tegangan dan *holding time* terhadap angka kapang khamir yang dihasilkan oleh pasteurisasi madu tetes Sialang. Pada hasil analisis yang dihasilkan, menunjukkan bahwa berbeda nyata pada hubungan kedua factor tersebut terhadap angka kapang khamir, yaitu sebesar 0,000 dengan $P < 0,05$. Didapati nilai F hitung pada gradien tegangan sebesar 993.308, sedangkan pada *holding time* sebesar 11,385. Nilai F hitung yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan nilai F tabel untuk α 5%, yaitu 3,63 dan F tabel α 1%, yaitu 6.23, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak. Nilai statistik dari uji F lebih kecil dibandingkan nilai kritis F, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti paling tidak terdapat satu variabel bebas yang memiliki pengaruh signifikan secara statistika terhadap variabel IP (Rosmania, 2016). Nilai F tabel berdasarkan tabel yang telah ditetapkan, yaitu hubungan antara df_1 dan df_2 , yang terdapat pada **Lampiran 8**. Terdapatnya perbedaan yang signifikan berupa H_0 ditolak maka dapat dilakukan uji lanjut. Dilakukan uji lanjut LSD untuk parameter gradien tegangan dengan hasilnya pada **Tabel 4.2** dibawah ini.

Tabel 4. 2 Hasil Uji LSD pada Parameter Gradien Tegangan

	Perlakuan	Rerata	P1	P2	P3	Notasi	KTG	BNT
			1,56	8,11	16,11			5%
P1		1,56	0			a	0,03	0,3
P2		8,11	*	0		b		
P3		16,11	*	*	0	c		
	Perlakuan		59,6 V/cm	46,1 V/cm	34,8 V/cm			

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa, nilai rata-rata gradien tegangan 46,1 V/cm memiliki perbedaan sangat nyata terhadap gradien tegangan 59,6 V/cm, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara gradien tegangan 46,1 V/cm dengan 59,6 V/cm adalah “b”. Nilai rata-rata gradien tegangan 34,8 V/cm memiliki perbedaan sangat nyata terhadap gradien tegangan 59,6 V/cm, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Selain itu, nilai rata-rata pada gradien tegangan 34,8 V/cm bersifat beda sangat nyata dengan gradien tegangan 46,1 V/cm dan diberi tanda “*”. Sehingga notasi

hubungan antara gradien tegangan 34,8 V/cm dengan gradien tegangan 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm adalah “c”. Hasil uji lanjut LSD untuk parameter gradien *holding time* terdapat pada **Tabel 4.3** dibawah ini.

Tabel 4.3 Hasil Uji LSD pada Parameter Perlakuan *Holding Time*

Rerata	P1	P2	P3	Notasi	KTG	BNT
	7,78	8,67	9,33			5%
P1	7,78	0		A	0,03	0,3
P2	8,67	*	0	B		
P3	9,33	*	*	0	C	
Perlakuan	0 s	900 s	1800 s			

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa, nilai rata-rata perlakuan *holding time* 0 detik memiliki perbedaan sangat nyata terhadap *holding time* 900 detik, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara perlakuan *holding time* 0 detik dengan 900 detik adalah “b”. Nilai rata-rata perlakuan *holding time* 0 detik memiliki perbedaan sangat nyata terhadap *holding time* 1800 detik, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Selain itu, nilai rata-rata pada perlakuan *holding time* 900 detik bersifat beda sangat nyata dengan gradien tegangan 1800 detik dan diberi tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara perlakuan *holding time* 1800 detik dengan perlakuan *holding time* 0 detik dan 900 detik adalah “c”.

Berdasarkan data yang dihasilkan dari setiap variasi gradien tegangan dan perlakuan *holding time* saat proses pasteurisasi madu menunjukkan bahwa, perlakuan dengan gradien tegangan terbesar dan *holding time* terkecil, yaitu 59,6 V/cm dengan *holding time* 0 detik, menghasilkan rata-rata angka kapang khamir terendah dibandingkan perlakuan gradien tegangan 34,8 V/cm dan 46,1 V/cm dengan *holding time* 900 detik serta 1800 detik. Menurut Akhmazillah *et al.* (2018), pasteurisasi dilakukan pada suhu 60 ° C ke atas berfungsi untuk menonaktifkan ragi dan mikroorganisme. Dapat dilihat bagaimana penampakan dari hasil uji kapang khamir dari sampel madu sialang pada **Gambar 4.2**. Kapasitas inaktivasi mikroba yang tinggi menunjukkan bahwa proses ionisasi bahan tersebut teratur dan karenanya memiliki kemampuan yang lebih besar untuk menerima efek listrik daripada bahan lainnya. Penurunan jumlah mikroorganisme menunjukkan adanya efek listrik pada bahan atau karena kejutan mikroorganisme. Listrik dapat menyebabkan elektrolisis komponen-komponen yang menyusun media tumbuh. Alat ini memiliki kecenderungan untuk mengganggu mikroorganisme dengan memperburuk kondisi media kultur. Arus yang mengalir dalam kombinasi dengan tegangan berfluktuasi karena penggunaan arus yang lemah, mengganggu mikroorganisme dan membuatnya

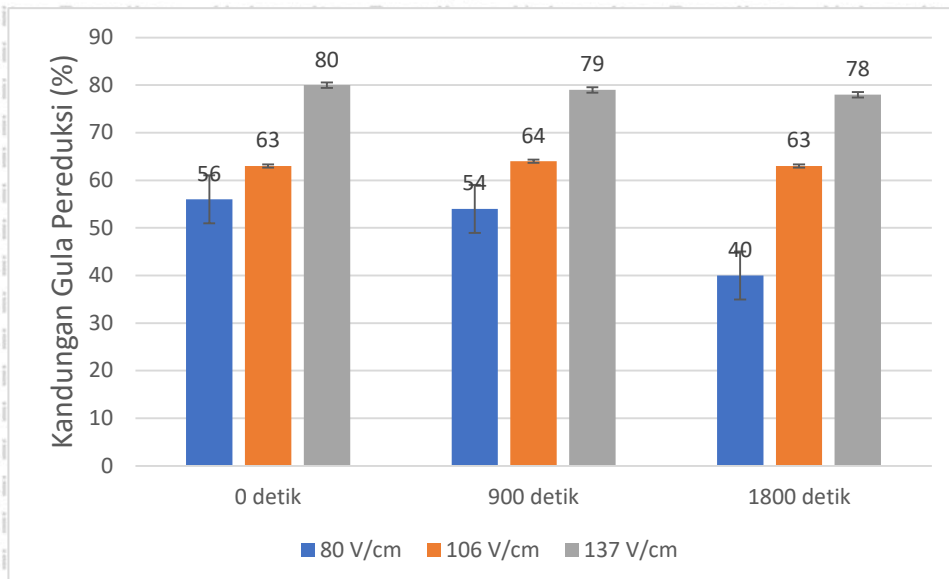
tidak aktif (Sholehani, 2012). Dihasilkan kapang dan khamir pada sampel madu tetes sialang yang telah dipasteurisasi dengan metode *ohmic heating*, dapat dilihat pada **Gambar 4.2** dibawah ini.

Gambar 4. 2 Penampakan Hasil Uji Kapang Khamir pada Sampel Madu Sialang
(Sumber: Dokumentasi Penulis)

4.3. Pengaruh Gradien Waktu Pasteurisasi dan *Holding Time* Terhadap Kandungan Gula Pereduksi



Produk madu tetes yang telah dipasteurisasi menggunakan *Ohmic heating* dilakukan pengujian pada kandungan gula pereduksi yang terkandung didalamnya. Proses pasteurisasi dilakukan dengan memanfaatkan tegangan listrik dengan variasi besarnya tegangan serta *holding time*. Adanya 3 variabel *holding time* (0 detik, 900 detik, dan 1800 detik) yang digunakan pada pengujian ini, dengan gradien tegangan yang berbeda pula, yaitu sebesar 34,8 V/cm, 108 V/cm, dan 59,6 V/cm. Data total kandungan gula pereduksi produk madu tetes yang telah dipasteurisasi sebanyak 3 kali pengulangan, yang mana bertujuan untuk meminimalkan nilai *error* dari data penelitian yang dihasilkan, telah dilampirkan pada **Lampiran 3**. Dapat dilihat pada **Gambar 4.3** berisikan data berupa grafik total nilai gula pereduksi terhadap *holding time* dengan variasi gradien tegangan.



Gambar 4. 3 Grafik Waktu dan Kandungan Gula Pereduksi dengan Variasi Gradien Tegangan

Berdasarkan grafik diatas, ditunjukkan bahwa rata-rata total kandungan gula pereduksi yang dihasilkan dari ketiga kali pengulangan proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 0 detik dengan pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm didapatkan hasil sebesar 56 %. Dan rata-rata total kandungan gula pereduksi dengan *holding time* 0 detik dengan pemberian tegangan sebesar 46,1 V/cm didapatkan hasil sebesar 63 %, sedangkan pada perlakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 80 %. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 0 detik atau saat mencapai suhu *setting* total kandungan gula pereduksi tertinggi dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* terdapat pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm, yaitu 80 %, yang mana proses pasteurisasi dilakukan selama 4 menit.

Pada grafik diatas ditunjukkan bahwa rata-rata total kandungan gula pereduksi yang dihasilkan dari ketiga kali pengulangan proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 900 detik dengan pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm didapatkan hasil sebesar 54 %. Dan rata-rata total kandungan gula pereduksi dengan *holding time* 900 detik dengan pemberian tegangan sebesar 46,1 V/cm didapatkan hasil sebesar 64 %, sedangkan pada perlakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 79 %. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 900 detik, total kandungan gula pereduksi tertinggi dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* terdapat pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm, yaitu 79%.

Nilai rata-rata total kandungan gula pereduksi yang dihasilkan dari ketiga kali pengulangan proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 1800 detik dengan

pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm didapatkan hasil sebesar 40 %. Dan rata-rata total kandungan gula pereduksi dengan *holding time* 1800 detik dengan pemberian tegangan sebesar 46,1 V/cm didapatkan hasil sebesar 63 %, sedangkan pada perlakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 78 %. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 1800 detik, total kandungan gula pereduksi tertinggi dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* terdapat pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm, yaitu 78 %. Pada data diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa lamanya proses pasteurisasi, yang diindikasikan dengan semakin tinggi voltase maka semakin cepat memanaskan madu tetes dari suhu ruang menjadi suhu *set*, mempengaruhi kandungan gula pereduksi didalamnya. Sehingga semakin tinggi gradien tegangan maka semakin besar jumlah kandungan gula pereduksi didalam madu tetes Sialang hasil pasteurisasi.

Berdasarkan data grafik diatas dapat disimpulkan bahwa kandungan gula pereduksi pada sampel madu dipengaruhi oleh hubungan gradien tegangan dan *holding time* proses pasteurisasi madu. Kandungan gula pereduksi tertinggi didapati pada proses pasteurisasi dengan tegangan 59,6 V/cm serta *holding time* 0 s atau saat suhu *setting* (63 °C), yaitu sebesar 80 %. Sedangkan kandungan gula pereduksi terendah, yaitu 40 %, dengan tegangan pada proses pasteurisasi sebesar 34,8 V/cm serta *holding time* 1800 s. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa kandungan gula pereduksi cenderung menurun seiring dengan meningkatnya gradien tegangan serta semakin rendahnya *holding time* pada proses pasteurisasi. Semakin tinggi pemanasan maka kadar gula pereduksinya akan semakin berkurang. Hal ini disebabkan oleh kandungan sukrosa pada madu juga akan terinversi akibat pemanasan (Suhaela *et. al.*, 2012). Terdapat 3 variabel *holding time*, yaitu 0 s, 900s, dan 1800 s (0 menit, 15 menit, dan 30 menit), variasi ini dipilih dikarenakan perbedaan kandungan gula pereduksi yang terbentuk secara signifikan pada ketiga variasi *holding time* tersebut. Pada perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu *set*) bersifat beda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 900 s (15 menit) dan 1800 s (30 menit), dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Perlakuan *holding time* 900 s (15 menit) bersifat beda nyata dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$) jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu *set*) dan 1800 s (30 menit). Lalu, untuk perlakuan *holding time* 1800 s (30 menit) berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu *set*) dan 900 s (15 menit), dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Tegangan pada proses pasteurisasi madu menggunakan 3 gradien tegangan, yaitu 34,8 V/cm, 46,1 V/cm, dan 59,6 V/cm, variasi ini dipilih dikarenakan terdapat perbedaan kandungan gula pereduksi yang terbentuk secara signifikan pada ketiga gradien tegangan tersebut. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm

berbeda nyata jika dibandingkan dengan tegangan 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm, dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Gradien tegangan 46,1 V/cm bersifat beda nyata dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$) jika dibandingkan dengan tegangan 34,8 V/cm dan 59,6 V/cm. Selain itu, pada gradien tegangan 59,6 V/cm berbeda nyata jika dibandingkan dengan tegangan 34,8 V/cm dan 46,1 V/cm, dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$).

Data didapatkan melalui proses eksperimen serta pengujian pada laboratorium, kemudian dilakukan analisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Data tersebut diolah menggunakan aplikasi pengolahan data, *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 20 dengan metode *General Linear Model-Univariate*. Metode yang digunakan memiliki fungsi untuk menguji adanya interaksi dalam beberapa variabel yang terjadi antar satu sampel dengan sampel lainnya. Hasil interaksi menunjukkan nyata atau tidak nya hubungan antar sampel yang diuji. Metode yang digunakan memiliki fungsi untuk menguji adanya interaksi dalam beberapa variabel yang terjadi antar satu sampel dengan sampel lainnya. Hasil interaksi menunjukkan nyata atau tidak nya hubungan antar sampel yang diuji. Dalam pendekatan nilai probabilitas (*p-value*), jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih besar atau sama dengan tingkat signifikansi α , maka hipotesis nol H_0 diterima. Namun jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih kecil dibandingkan tingkat signifikansi, maka hipotesis nol ditolak (Rosmaini, 2016). Data yang dihasilkan oleh SPSS 20 untuk kandungan gula pereduksi dapat dilihat pada **Lampiran 6**. Data pada **Tabel 4.4** merupakan hasil pengolahan data menggunakan ANOVA.

Tabel 4.4 Hasil Uji F Hitung

Faktor	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Tegangan	256,595	3,63	6,23
Holding Time	12,656	3,63	6,23

Berdasarkan data diatas, gradien tegangan berpengaruh secara nyata dengan signifikan sebesar 0.000, yang mana nilai P-value lebih kecil dari 0,05 ($P < 0,05$) terhadap kandungan gula pereduksi pada sampel. Perlakuan *holding time* juga berpengaruh secara nyata terhadap angka kapang khamir pada sampel, namun dengan signifikan sebesar 0.001, yang mana nilai P-value lebih kecil dari 0,05 ($P < 0,05$). Pada hasil analisis yang dihasilkan, menunjukkan bahwa hubungan kedua factor tersebut berbeda nyata pada terhadap kandungan gula pereduksi, yaitu sebesar 0,001 dengan $P < 0,05$. Didapati nilai F hitung pada gradien tegangan sebesar 256.595, sedangkan pada *holding time* sebesar 12,656. Nilai F hitung yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan nilai F tabel untuk α 5% dan F tabel α 1%, sehingga dapat disimpulakn bahwa H_0 ditolak. Nilai statistik

dari uji F lebih kecil dibandingkan nilai kritis F , maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti paling tidak terdapat satu variabel bebas yang memiliki pengaruh signifikan secara statistika terhadap variabel IP (Rosmania, 2016). Terdapatnya perbedaan yang signifikan berupa H_0 ditolak maka dapat dilakukan uji lanjut. Dilakukan uji lanjut LSD untuk parameter gradien tegangan dengan hasilnya pada **Tabel 4.5** dibawah ini.

Tabel 4.5 Hasil Uji LSD pada Parameter Gradien Tegangan

	Rerata	T1	T2	T3	Notasi	KTG	BNT
		50,11	63,33	78,89			5%
T1	50,11	0			A	0,455	1,168
T2	63,33	*	0		B		
T3	78,89	*	*	0	C		
Perlakuan	34,8 V/cn	46,1 V/cm	59,6 V/cm				

Tabel diatas menunjukkan bahwa, nilai KTG sebesar 0,4555 dan nilai BNT 5% 1,168. Nilai rata-rata gradien tegangan 80 V/cm memiliki perbedaan sangat nyata terhadap gradien tegangan 46,1 V/cm, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara gradien tegangan 34,8 V/cm dengan 46,1 V/cm adalah “b”. Nilai rata-rata gradien tegangan 34,8 V/cm memiliki perbedaan sangat nyata terhadap gradien tegangan 59,6 V/cm, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Selain itu, nilai rata-rata pada gradien tegangan 46,1 V/cm bersifat beda sangat nyata dengan gradien tegangan 59,6 V/cm dan diberi tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara gradien tegangan 59,6 V/cm dengan gradien tegangan 34,8 V/cm dan 46,1 V/cm adalah “c”. Hasil uji lanjut LSD untuk parameter *holding time* pada **Tabel 4.6** dibawah ini.

Tabel 4.6 Hasil Uji LSD pada Parameter Perlakuan *Holding Time*

	Rerata	S1	S2	S3	Notasi	KTG	BNT
		60,44	65,56	66,33			5%
S1	60,44	0			a	0,455	1,168
S2	65,56	*	0		ab		
S3	66,33	*	*	0	b		
Perlakuan	1800 s	900 s	0 s				

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa, nilai KTG 0,455 dan BNT 5% sebesar 1,168. Nilai rata-rata perlakuan *holding time* 900 detik memiliki perbedaan nyata terhadap *holding time* 1800 detik, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Sehingga notasi hubungan

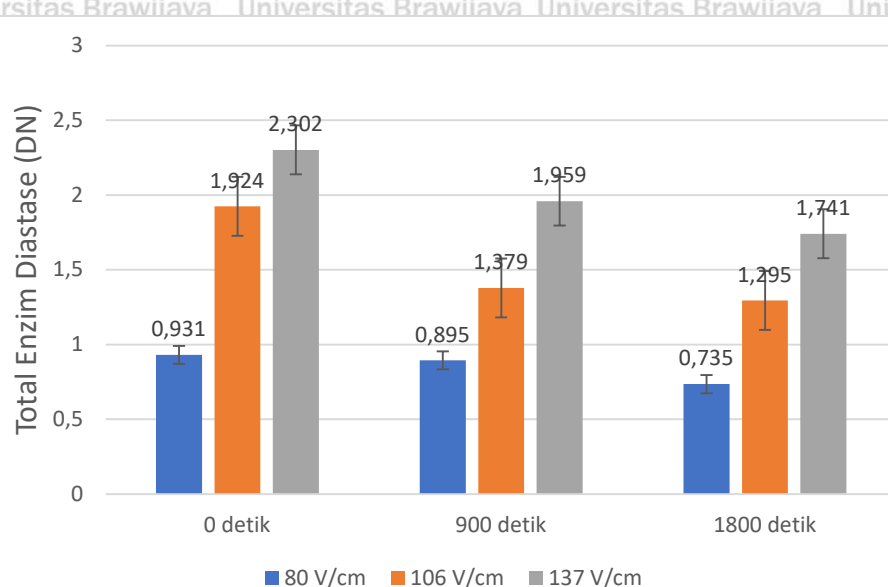
antara perlakuan *holding time* 900 detik dengan 1800 detik adalah “ab”. Nilai rata-rata perlakuan *holding time* 0 detik memiliki perbedaan sangat nyata terhadap *holding time* 1800 detik, yang mana ditandai dengan tanda “**”. Selain itu, nilai rata-rata pada perlakuan *holding time* 0 detik bersifat beda sangat nyata dengan gradien tegangan 900 detik dan diberi tanda “**”. Sehingga notasi hubungan antara perlakuan *holding time* 0 detik dengan perlakuan *holding time* 900 detik dan 1800 detik adalah “b”. Berdasarkan data yang dihasilkan dari setiap variasi gradien tegangan dan perlakuan *holding time* saat proses pasteurisasi madu menunjukkan bahwa, perlakuan dengan gradien tegangan terbesar dan *holding time* terkecil, yaitu 59,6 V/cm dengan *holding time* 0 detik, menghasilkan rata-rata kandungan gula pereduksi tertinggi dibandingkan perlakuan gradien tegangan 34,8 V/cm dan 46,1 V/cm dengan *holding time* 900 detik serta 1800 detik. Semakin tinggi pemanasan, semakin rendah kadar gula pereduksi. Hal ini karena komponen sukrosa madu juga dibalik dengan proses pemanasan. Sukrosa tidak mereduksi karena tidak memiliki gugus OH bebas reaktif, tetapi ketika dipanaskan dengan adanya asam, sukrosa dihidrolisis menjadi gula balik, fruktosa dan glukosa adalah gula pereduksi, tetapi pada suhu tinggi, yaitu 90 dan 110 °C, yang mana glukosa dan fruktosa terdegradasi dengan cepat menjadi HMF, yang mengurangi kadar gula pereduksi dan meningkatkan akumulasi HMF (Suhaela *et al.*, 2012). Kadar gula reduksi dihitung dengan rumus:

$$\text{Gula Reduksi (\%)} = \frac{AT \times Fp}{\text{berat sampel} \times 1000} \times 100\% \dots \dots \dots (\text{Persamaan 1.})$$

AT merupakan angka tabel Luff Shoerls dan Fp adalah faktor pengenceran (Pujati dan Primiani, 2016).

4.4. Pengaruh Gradien Waktu Pasteurisasi dan *Holding Time* Terhadap Kandungan Enzim Diastase

Pengujian total enzim diastase dilakukan pada produk madu tetes yang telah



dipasteurisasi menggunakan *Ohmic heating*. Proses pasteurisasi dilakukan dengan memanfaatkan tegangan listrik dengan variasi besarnya tegangan serta *holding time*. Terdapat 3 variabel *holding time* (0 detik, 900 detik, dan 1800 detik) yang digunakan pada pengujian ini, dengan gradien tegangan yang berbeda pula, yaitu 34,8 V/cm, 46,1 V/cm, dan 59,6 V/cm. Data ini merupakan hasil rata-rata total enzim diastase dari proses pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating*. Total enzim diastase memiliki satuan berupa DN, yaitu *Diastase Number*. Data total enzim diastase produk madu tetes yang telah dipasteurisasi sebanyak 3 kali pengulangan telah dilampirkan pada **Lampiran 4**. Data berupa grafik total enzim diastase terhadap *holding time* dengan variasi gradien tegangan dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.

Gambar 4.4 Grafik Waktu dan Total Enzim Diastase dengan Variasi Gradien Tegangan

Berdasarkan grafik diatas, ditunjukkan bahwa rata-rata total enzim diastase yang dihasilkan dari ketiga kali pengulangan proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 0 detik dengan pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm didapatkan hasil sebesar 0,931 DN. Dan rata-rata total enzim diastase dengan *holding time* 0 detik dengan pemberian tegangan sebesar 46,1 V/cm didapatkan hasil sebesar 1,924 DN, sedangkan pada pelakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 2,302 DN. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 0 detik, total enzim diastase tertinggi dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* terdapat pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm, yaitu 2,302 DN.

Pada grafik diatas ditunjukkan bahwa rata-rata total enzim diastase yang dihasilkan dari ketiga kali pengulangan proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 900 detik dengan pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm didapatkan hasil sebesar 0,895 DN. Dan rata-rata total enzim diastase dengan *holding time* 900 detik dengan pemberian tegangan sebesar 46,1 V/cm didapatkan hasil sebesar 1,374 DN, sedangkan pada pelakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 1,959 DN. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 900 detik, total enzim diastase tertinggi dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* terdapat pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm, yaitu 1,959 DN. Pada data yang tertera dapat dilihat bahwa semakin besar gradien tegangan yang digunakan saat proses pasteurisasi, maka semakin tinggi pula total enzim diastase yang terkandung didalam madu tetes. Hal ini dapat disebabkan karena semakin besar gradien tegangan maka semakin cepat pula proses pasteurisasi pada madu.

Nilai rata-rata total enzim diastase yang dihasilkan dari ketiga kali pengulangan proses pasteurisasi pada madu tetes dengan *holding time* 1800 detik dengan pemberian tegangan sebesar 34,8 V/cm didapatkan hasil sebesar 0,735 DN. Dan rata-rata total enzim diastase dengan *holding time* 1800 detik dengan pemberian tegangan sebesar 108 V/cm didapatkan hasil sebesar 1,295 DN, sedangkan pada pelakuan gradien tegangan 59,6 V/cm sebesar 1,741 DN. Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa pada *holding time* 1800 detik, total enzim diastase tertinggi dari pasteurisasi madu tetes menggunakan metode *Ohmic heating* terdapat pada perlakuan gradien tegangan sebesar 59,6 V/cm, yaitu 1,741 DN.

Berdasarkan data grafik diatas dapat disimpulkan bahwa total enzim diastase pada sampel madu dipengaruhi oleh hubungan gradien tegangan dan *holding time* proses pasteurisasi madu. Total enzim diastase tertinggi didapati pada proses pasteurisasi dengan tegangan 59,6 V/cm serta *holding time* 0 s atau saat suhu *setting* (63 °C), yaitu sebesar 2.302 DN. Sedangkan total enzim diastase terendah, yaitu 0.735 DN, dengan tegangan pada proses pasteurisasi sebesar 34,8 V/cm serta *holding time* 1800 s. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa total enzim diastase cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya gradien tegangan serta semakin rendahnya *holding time* pada proses pasteurisasi. Enzim diastase pada madu mampu mengubah pati menjadi glukosa dengan bantuan iodine yang akan merubah warna larutan. Hidrolisis pati dalam keadaan madu yang asam akan terurai menjadi molekul-molekul yang sederhana, dan hasil akhirnya adalah glukosa. Rendahnya aktivitas enzim diastase dapat membuat kadar gula pereduksi madu tidak memenuhi standar SNI (Karnia *et al.*, 2019). Terdapat 3 variabel *holding time*,

yaitu 0 s, 900s, dan 1800 s (0 menit, 15 menit, dan 30 menit), variasi ini dipilih dikarenakan perbedaan total enzim diastase yang terbentuk secara signifikan pada ketiga variasi *holding time* tersebut. Pada perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu set) bersifat beda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 900 s (15 menit) dan 1800 s (30 menit), dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Perlakuan *holding time* 900 s (15 menit) bersifat beda nyata dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$) jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu set) dan 1800 s (30 menit). Lalu, untuk perlakuan *holding time* 1800 s (30 menit) berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan *holding time* 0 s (saat suhu set) dan 900 s (15 menit), dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Tegangan pada proses pasteurisasi madu menggunakan 3 gradien tegangan, yaitu 34,8 V/cm, 46,1 V/cm, dan 59,6 V/cm, variasi ini dipilih dikarenakan terdapat perbedaan total enzim diastase yang terbentuk secara signifikan pada ketiga gradien tegangan tersebut. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm berbeda nyata jika dibandingkan dengan tegangan 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm, dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$). Gradien tegangan 46,1 V/cm bersifat beda nyata dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$) jika dibandingkan dengan tegangan 34,8 V/cm dan 59,6 V/cm. Selain itu, pada gradien tegangan 59,6 V/cm berbeda nyata jika dibandingkan dengan tegangan 34,8 V/cm dan 46,1 V/cm, dengan nilai signifikan atau P-value sebesar 0.000 ($P < 0.05$).

Data didapatkan melalui proses eksperimen serta pengujian pada laboratorium, kemudian dilakukan analisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Data tersebut diolah menggunakan aplikasi pengolahan data, *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) 20 dengan metode *General Linear Model-Univariate*. Metode yang digunakan memiliki fungsi untuk menguji adanya interaksi dalam beberapa variabel yang terjadi antar satu sampel dengan sampel lainnya. Hasil interaksi menunjukkan nyata atau tidak nya hubungan antar sampel yang diuji. Dalam pendekatan nilai probabilitas (*p-value*), jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih besar atau sama dengan tingkat signifikansi α , maka hipotesis nol H_0 diterima. Namun jika nilai probabilitas (*p-value*) lebih kecil dibandingkan tingkat signifikansi, maka hipotesis nol ditolak (Rosmaini, 2016). Data yang dihasilkan oleh SPSS 20 untuk kandungan gula pereduksi dapat dilihat pada **Lampiran 7**. Data pada **Tabel 4.7** merupakan hasil pengolahan data menggunakan ANOVA.

Tabel 4. 7 Hasil Uji F Hitung

Faktor	F hitung	F tabel 5%	F tabel 1%
Tegangan	146,305	3,63	6,23
Holding Time	24,269	3,63	6,23

Berdasarkan data diatas, gradien tegangan berpengaruh secara nyata dengan signifikan sebesar 0.000, yang mana nilai P-value lebih kecil dari 0,05 ($P < 0,05$) terhadap total enzim diastase pada sampel. Perlakuan *holding time* juga berpengaruh secara nyata terhadap total enzim diastase pada sampel, namun dengan signifikan sebesar 0.000, yang mana nilai P-value lebih kecil dari 0,05 ($P < 0,05$). Pada hasil analisis yang dihasilkan, menunjukkan bahwa hubungan kedua factor tersebut berbeda nyata pada terhadap total enzim diastase, yaitu sebesar 0,046 dengan $P < 0,05$. Didapati nilai F hitung pada gradien tegangan sebesar 146.306, sedangkan pada *holding time* sebesar 24,269. Nilai F hitung yang dihasilkan lebih besar jika dibandingkan dengan nilai F tabel untuk α 5% dan F tabel α 1%, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak. Nilai statistik dari uji *F* lebih kecil dibandingkan nilai kritis *F*, maka hipotesis nol ditolak dan hipotesis alternatif diterima. Hal ini berarti paling tidak terdapat satu variabel bebas yang memiliki pengaruh signifikan secara statistika terhadap variabel IP (Rosmania, 2016). Terdapatnya perbedaan yang signifikan berupa H_0 ditolak maka dapat dilakukan uji lanjut. Dilakukan uji lanjut LSD untuk parameter gradien tegangan dengan hasilnya pada **Tabel 4.8** dibawah ini.

Tabel 4. 8 Hasil Uji LSD pada Parameter Gradien Tegangan

	Rerata	T1	T2	T3	Notasi	KTG	BNT 5%
		0,854	1,533	2			
T1	0,854	0			A	0,001	0,055
T2	1,533	*	0		B		
T3	2	*	*	0	C		
Perlakuan		34,8 V/cm	46,1 V/cm	59,6 V/cm			

Tabel diatas menunjukkan bahwa, nilai KTG sebesar 0,001 dan nilai BNT 5% 0,055. Nilai rata-rata gradien tegangan 34,8 V/cm memiliki perbedaan sangat nyata terhadap gradien tegangan 106 V/cm, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara gradien tegangan 34,8 V/cm dengan 46,1 V/cm adalah “b”. Nilai rata-rata gradien tegangan 34,8 V/cm memiliki perbedaan sangat nyata terhadap gradien tegangan 59,6 V/cm, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Selain itu, nilai rata-rata pada gradien tegangan 46,1 V/cm bersifat beda sangat nyata dengan gradien tegangan 59,6 V/cm dan diberi tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara gradien tegangan 59,6 V/cm dengan gradien tegangan 34,8 V/cm dan 46,1 V/cm adalah “c”. Hasil uji lanjut LSD untuk parameter *holding time* pada **Tabel 4.9** dibawah ini.

Tabel 4. 9 Hasil Uji LSD pada Parameter Perlakuan Holding Time

	Rerata	S1	S2	S3	Notasi	KTG	BNT
		1,257	1,411	1,719			5%
S1	1,257	0			a	0,001	0,055
S2	1,411	*	0		b		
S3	1,719	*	*	0	c		
Perlakuan		1800 s	900 s	0 s			

Tabel diatas menunjukkan bahwa, nilai KTG 0,001 dan BNT 5% sebesar 0,055. Nilai rata-rata perlakuan *holding time* 900 detik memiliki perbedaan sangat nyata terhadap *holding time* 1800 detik, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara perlakuan *holding time* 900 detik dengan 1800 detik adalah “b”. Nilai rata-rata perlakuan *holding time* 0 detik memiliki perbedaan sangat nyata terhadap *holding time* 1800 detik, yang mana ditandai dengan tanda “*”. Selain itu, nilai rata-rata pada perlakuan *holding time* 0 detik bersifat beda sangat nyata dengan gradien tegangan 900 detik dan diberi tanda “*”. Sehingga notasi hubungan antara perlakuan *holding time* 0 detik dengan perlakuan *holding time* 900 detik dan 1800 detik adalah “c”.

Berdasarkan data yang dihasilkan dari setiap variasi gradien tegangan dan perlakuan *holding time* saat proses pasteurisasi madu menunjukkan bahwa, perlakuan dengan gradien tegangan terbesar dan *holding time* terkecil, yaitu 59,6 V/cm dengan *holding time* 0 detik, menghasilkan rata-rata total enzim diastase lebih tinggi dibandingkan perlakuan gradien tegangan 34,8 V/cm dan 46,1 V/cm dengan *holding time* 900 detik serta 1800 detik. Madu harus dipanaskan seminimal mungkin selama persiapan dan penanganan, karena pemanasan berlebih dapat meningkatkan kadar HMF dan menurunkan aktivitas enzim diastase, sehingga mengurangi kualitas madu. Bahkan jika aktivitas diastase telah dikurangi menjadi nol dan tingkat HMF lebih besar dari 0 mg/kg, ada kemungkinan madu mengandung gula terbalik. Pemanasan pada suhu tinggi dapat menurunkan aktivitas enzim diastase. Perubahan suhu mempengaruhi aktivitas enzim. Pada suhu rendah, kinetika enzim menjadi lambat karena rendahnya energi kinetik dan tumbukan molekul, sehingga tidak dapat diperoleh energi aktivasi yang cukup untuk berlangsungnya reaksi (Suhaela et. al., 2012).

4.5. Daya listrik yang dihasilkan Terhadap Gradien Tegangan tiap Variasi Waktu Pasteurisasi

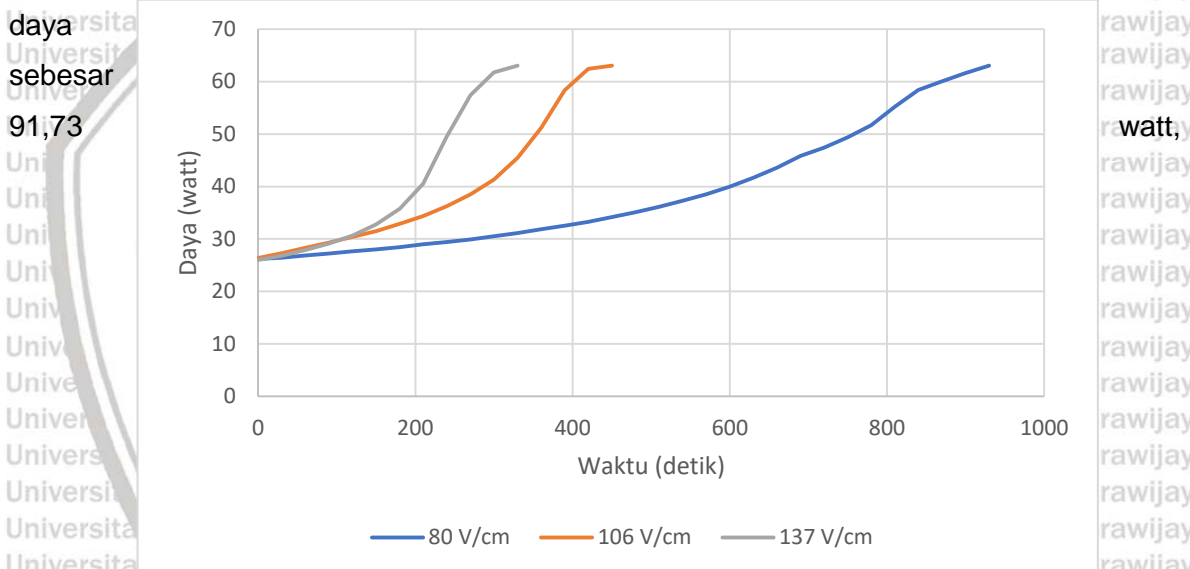
Ohmic heating merupakan salah satu alat yang berfungsi untuk memproses suatu bahan dengan memberikan perlakuan tegangan tertentu. Besarnya tegangan yang diberikan dipengaruhi oleh daya listrik yang dialiri (watt). Pengukuran besarnya daya listrik

yang mengalir pada *ohmic heating* menggunakan *watt meter*, yang mana perubahan akan terdeteksi tiap detik (secara spontan). Data yang diperoleh untuk grafik diambil per 30 detik, dikarenakan perbedaan tiap detik nya tidak berubah secara signifikan. Jika *ohmic heating* sudah mencapai suhu *setting* yang telah ditentukan sebelumnya, maka daya listrik akan kembali pada keadaan semula. Hal tersebut dikarenakan sudah tidak ada tegangan yang diperlukan oleh *ohmic heating* untuk mencapai suhu yang diinginkan. Suhu *setting* yang digunakan pada penelitian kali ini sebesar 63 °C, dikarenakan mikroba pada bahan, yaitu madu, akan terdenaturasi pada suhu tersebut. Menurut Akhmazillah *et al.* (2018), proses pasteurisasi dilakukan pada suhu sekitar 55°C bertujuan untuk memastikan madu tetap dalam bentuk cair untuk penyaringan. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 60 °C ke atas berfungsi untuk menonaktifkan ragi dan mikroorganisme. Namun, perlakuan panas di atas 75°C menyebabkan degradasi senyawa bioaktif yang dapat mempengaruhi kualitas madu. Pada detik ke-0, pada tiap gradien tegangan dihasilkan daya listrik yang berbeda-beda, hal ini dikarenakan semakin tinggi gradien tegangan maka semakin besar pula daya yang diperlukan. Menurut Sholehani (2014), selama proses *ohmic* berlangsung, daya yang digunakan semakin bertambah. Peningkatan konsumsi energi pada selai nanas diakibatkan oleh karakter bahan. Pergerakan energy yang cukup sulit mempengaruhi kebutuhan daya, sehingga daya yang dibutuhkan cukup besar untuk melakukan proses *ohmic*. Ketika sudah dihubungkan antara trafo dengan *ohmic heating* maka daya listrik pun langsung meningkat, dikarenakan electron listrik mulai bergerak. Trafo merupakan peralatan statis dimana rangkaian magnetik dan belitan yang terdiri dari 2 atau lebih belitan, secara induksi elektromagnetik, mentransformasikan daya (arus dan tegangan) sistem AC ke sistem arus dan tegangan lain pada frekuensi yang sama (Cekdin dan Barlian, 2013). Data yang dihasilkan merupakan hasil tiga kali pengulangan, yang mana dilakukan agar meminimalisir nilai error atau kesalahan pada data yang dihasilkan. Adapun, data hasil pengukuran daya

listrik terhadap gradien tegangan yang digunakan yang terlampir pada **Lampiran 9**. Grafik pada **Gambar 4.5** merupakan grafik hubungan antara pengukuran daya listrik yang dihasilkan dengan gradien tegangan yang digunakan.

Gambar 4. 5 Grafik Hubungan Daya Listrik dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 0 detik

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat data yang dihasilkan berupa hubungan antara gradien tegangan dengan daya listrik yang mengalir. Waktu yang digunakan untuk mencapai suhu *set point* pun berbeda-beda berdasarkan gradien tegangan yang digunakan. Semakin besar gradien tegangan maka semakin besar pula daya listrik yang dibutuhkan, atau berbanding lurus. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm kenaikan daya listrik meningkat secara perlahan. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-750 saat



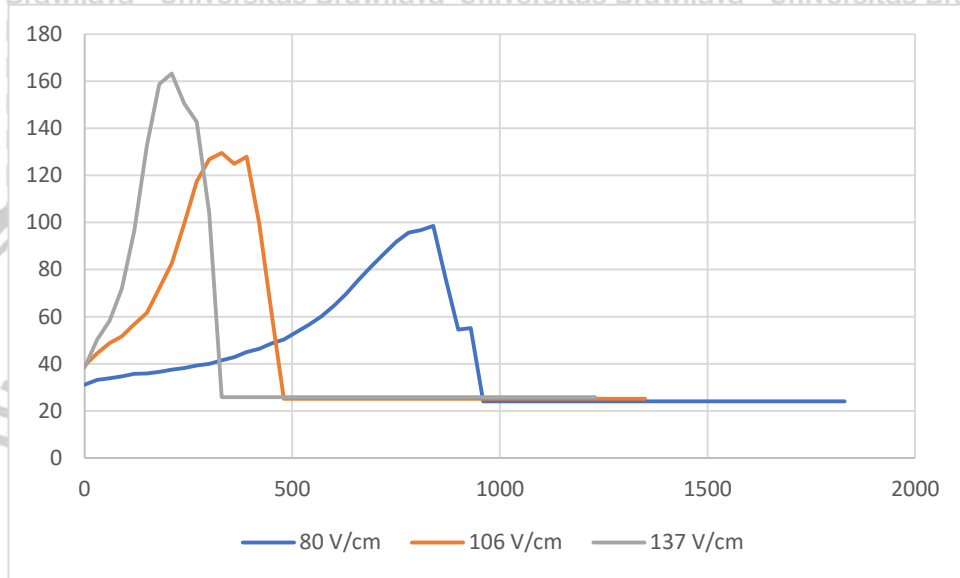
kenaikan daya mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Kemudian pada gradien tegangan 46,1 V/cm kenaikan daya listrik meningkat lebih signifikan dibandingkan pada gradien tegangan 34,8 V/cm. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-300 saat daya sebesar 129,53 watt, kenaikan daya mulai menurun dibandingkan sebelumnya.

Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm kenaikan daya listrik paling signifikan dibandingkan 2 gradien tegangan lainnya. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-210 saat daya sebesar 163,23 watt, kenaikan daya mulai menurun dibandingkan sebelumnya.

Dibutuhkan waktu sekitar 930 detik untuk meningkatkan suhu sampai suhu *set* dengan gradien tegangan 34,8 V/cm dan 450 detik untuk meningkatkan suhu sampai suhu *set* dengan gradien tegangan 46,1 V/cm. Sedangkan dengan gradien tegangan 59,6 V/cm hanya dibutuhkan waktu sekitar 300 detik. Dapat dilihat pada **Gambar 4.6** merupakan

hubungan antara daya listrik pada berbagai gradien tegangan dengan *holding time* 900 detik.

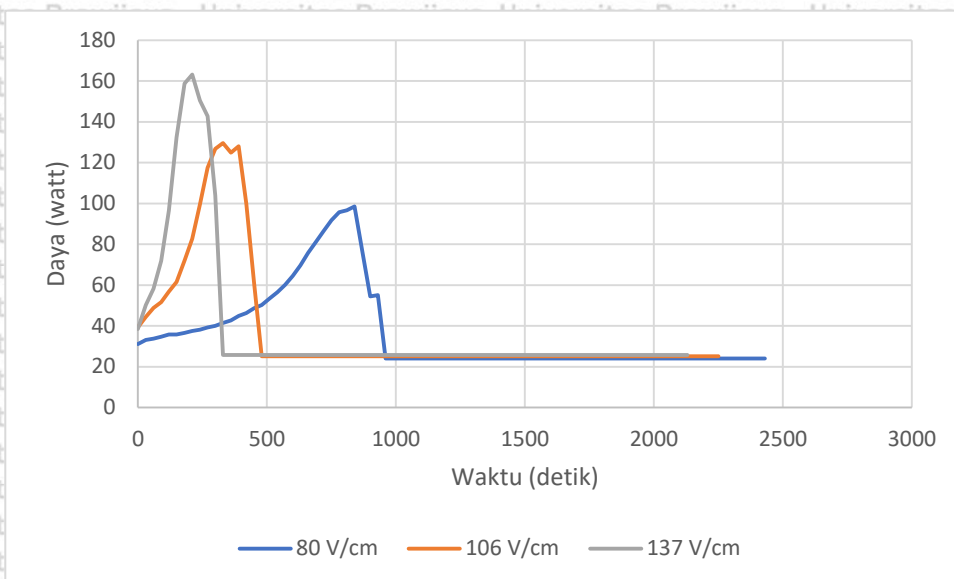
Gambar 6 Grafik



Hubungan Daya Listrik dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 900 detik

Pada gambar diatas dapat dilihat data yang dihasilkan berupa hubungan antara gradien tegangan dengan daya listrik yang mengalir. Waktu yang digunakan untuk mencapai suhu *set point* pun berbeda-beda berdasarkan gradien tegangan yang digunakan. Semakin besar gradien tegangan maka semakin besar pula daya listrik yang dibutuhkan, atau berbanding lurus. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm tidak terdapat perubahan daya listrik pada *holding time* 900 detik. Hal yang sama juga terjadi pada gradien tegangan 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm. Hal tersebut dikarenakan saat mencapai suhu *set* tidak diperlukan adanya tegangan listrik. Sehingga tidak terdapatnya daya listrik yang mengalir pada trafo. Semakin besar gradien tegangan, maka semakin besar pula daya listrik yang digunakan. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, daya listrik yang dibutuhkan sebelum suhu *set* sebesar 55,13 watt dan pada gradien tegangan 46,1 V/cm, daya listrik yang dibutuhkan sebelum suhu *set* sebesar 61,33 watt. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm, daya listrik yang dibutuhkan sebelum suhu *set* sebesar

103,93 watt. Dapat dilihat pada **Gambar 4.7** merupakan hubungan antara daya listrik pada berbagai gradien tegangan dengan *holding time* 1800 detik.



Gambar 4. 7 Grafik Hubungan Daya Listrik dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 1800 detik

Pada gambar diatas dapat dilihat data yang dihasilkan berupa hubungan antara gradien tegangan dengan daya listrik yang mengalir. Waktu yang digunakan untuk mencapai suhu *set point* pun berbeda-beda berdasarkan gradien tegangan yang digunakan. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm tidak terdapat perubahan daya listrik pada *holding time* 1800 detik. Hal yang sama juga terjadi pada gradien tegangan 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm. Hal tersebut dikarenakan saat mencapai suhu *set* tidak diperlukan adanya tegangan listrik. Sehingga tidak terdapatnya daya listrik yang mengalir pada trafo. Semakin besar gradien tegangan, maka semakin besar pula daya listrik yang digunakan. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, setelah mencapai suhu *set point* daya listrik yang dibutuhkan sebesar 24,1watt dan pada gradien tegangan 46,1 V/cm, setelah mencapai suhu *set point* daya listrik yang dibutuhkan sebesar 25,2 watt. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm, setelah mencapai suhu *set point* daya listrik yang dibutuhkan sebesar 25,8 watt. Berdasarkan data diatas dapat dilihat bahwa semakin besar gradien tegangan maka semakin besar pula daya listrik yang dibutuhkan, atau berbanding lurus.

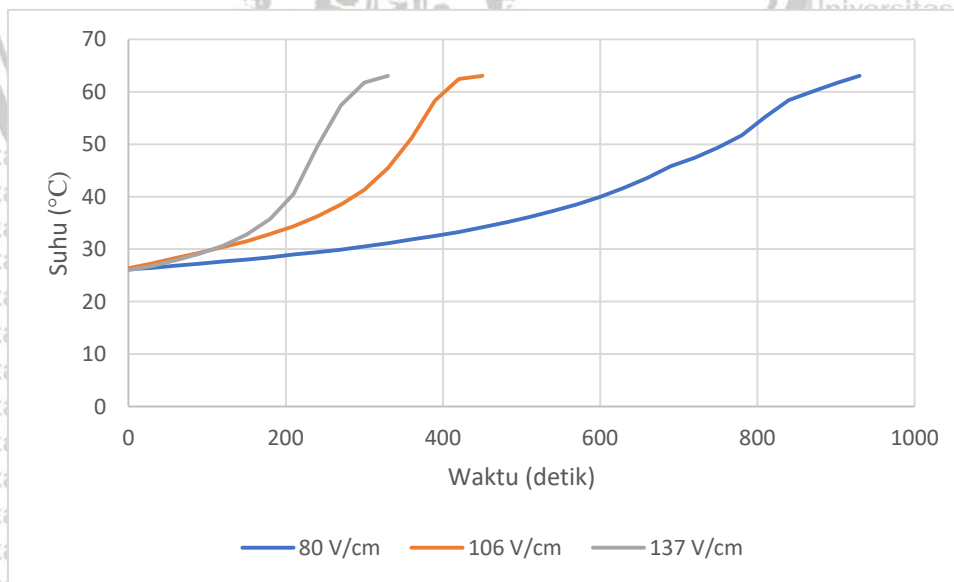
Pada gradien tegangan 34,8 V/cm kenaikan daya listrik meningkat secara perlahan. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-750 saat daya sebesar 91,73 watt, kenaikan daya mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Kemudian pada gradien tegangan 46,1 V/cm kenaikan daya listrik meningkat lebih signifikan dibandingkan pada gradien tegangan 34,8 V/cm. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-300 saat daya

sebesar 129,53 watt, kenaikan daya mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm kenaikan daya listrik paling signifikan dibandingkan 2 gradien tegangan lainnya. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-210 saat daya sebesar 163,23 watt, kenaikan daya mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, 46,1 V/cm, dan 59,6 V/cm tidak terdapat perubahan daya listrik pada *holding time* 900 detik dan 1800 detik. Hal tersebut dikarenakan saat mencapai suhu *set* tidak diperlukan adanya tegangan listrik. Semakin besar gradien tegangan, maka semakin besar pula daya listrik yang digunakan. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, daya listrik yang dibutuhkan sebelum suhu *set* sebesar 55,13 watt dan pada gradien tegangan 46,1 V/cm, daya listrik yang dibutuhkan sebelum suhu *set* sebesar 61,33 watt. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm, daya listrik yang dibutuhkan sebelum suhu *set* sebesar 103,93 watt. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, setelah mencapai suhu *set point* daya listrik yang dibutuhkan sebesar 24,1 watt dan pada gradien tegangan 46,1 V/cm, setelah mencapai suhu *set point* daya listrik yang dibutuhkan sebesar 25,2 watt. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm, setelah mencapai suhu *set point* daya listrik yang dibutuhkan sebesar 25,8 watt. Semakin besar gradien tegangan yang berlangsung pada *ohmic*, maka nilai daya semakin tinggi. Ini menunjukkan kondisi bahan yang mengalami proses *ohmic* dipengaruhi oleh kandungan bahan. Kondisi bahan mengakibatkan pergerakan elektron menjadi semakin lambat sehingga tegangan listrik yang dibutuhkan untuk melakukan proses *ohmic* menjadi lebih besar. Kecenderungan bahan menjadi resisten lebih besar sehingga membutuhkan tegangan listrik yang cukup banyak untuk melakukan proses *ohmic* (Sholehani *et. al.*, 2012).

4.6. Suhu yang Dihasilkan Terhadap Variasi Waktu dan Gradien Tegangan

Ohmic heating merupakan salah satu alat yang berfungsi untuk memproses suatu bahan dengan memberikan perlakuan tegangan tertentu. Besarnya tegangan yang diberikan mempengaruhi kecepatan kenaikan suhu ($^{\circ}\text{C}$) pada bahan. Pengukuran suhu pada bahan berlangsung secara *real time* dengan menghubungkan antara *ohmic heating* dengan control panel. Data yang diperoleh untuk grafik diambil per 30 detik, dikarenakan jika tiap detik, perubahan tidak terjadi secara signifikan. Ketika *ohmic heating* sudah mencapai suhu *setting* yang telah ditentukan sebelumnya, maka tegangan yang mengalir akan berhenti. Hal tersebut disebabkan kenaikan suhu tidak diperlukan lagi. Suhu *setting* yang digunakan pada penelitian kali ini sebesar 63°C , dikarenakan mikroba pada bahan, yaitu madu, akan terdenaturasi pada suhu tersebut. Proses pasteurisasi dilakukan pada suhu sekitar 55°C bertujuan untuk memastikan madu tetap dalam bentuk cair untuk penyaringan. Pasteurisasi dilakukan pada suhu 60°C ke atas berfungsi untuk

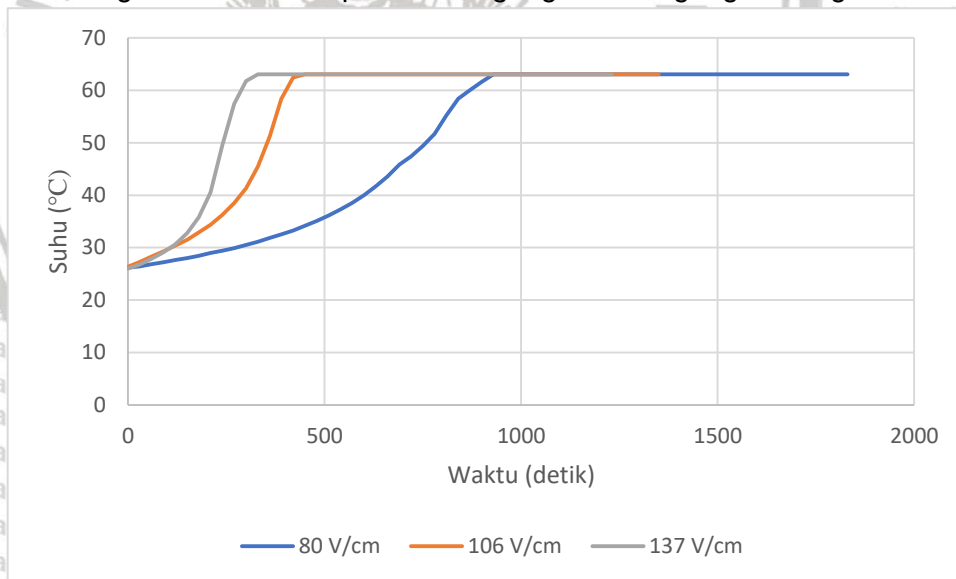
menonaktifkan ragi dan mikroorganisme. Namun, perlakuan panas di atas 75°C menyebabkan degradasi senyawa bioaktif yang dapat mempengaruhi kualitas madu (Akhmazillah *et al.*, 2018). Pada detik ke-0, pada tiap gradien tegangan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* berbeda-beda, Hal ini dikarenakan semakin tinggi gradien tegangan maka semakin cepat pula suhu akan meningkat. Ketika sudah dihubungkan antara trafo dengan *ohmic heating*, suhu tidak langsung meningkat atau dikarenakan dibutuhkan waktu untuk mengubah tegangan listrik menjadi energi panas. Konversi energi merupakan kondisi fisis perubahan bentuk energi dari satu bentuk menjadi bentuk yang lain. Salah satu contoh konversi energi adalah energi listrik dapat berubah menjadi energi panas (kalor), hal ini harus memperhatikan kesetaraan antara satuan energi listrik dan kalor, kesetaraan tersebut adalah bahwa 1 joule = 0,24 kalori. Bilangan 0,24 merupakan nilai kesetaraan antara joule dan kalori (Kunlestiowati, 2018). Salah satu alat untuk mengubah energi listrik menjadi kalor dilengkapi dengan elemen pemanas, dialiri arus listrik, yaitu aliran elektron yang mengalir melalui elemen pemanas, sehingga dapat mengubah energi listrik menjadi kalor. Kalor merupakan kemampuan yang terjadi akibat adanya perubahan suhu, yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari-hari Data yang dihasilkan merupakan data hasil tiga kali pengulangan, yang mana dilakukan untuk meminimalisir nilai error atau kesalahan pada data yang dihasilkan. Adapun, data hasil pengukuran suhu terhadap gradien tegangan yang digunakan terlampir pada **Lampiran 10**. Grafik pada **Gambar 4.8** merupakan grafik hubungan antara pengukuran suhu bahan yang dihasilkan dengan gradien tegangan yang digunakan.



Gambar 4. 8 Grafik Hubungan Suhu Bahan dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 0 detik

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat data yang dihasilkan berupa hubungan antara gradien tegangan dengan suhu pada bahan. Waktu yang digunakan untuk mencapai suhu *set point* berbeda-beda berdasarkan gradien tegangan yang digunakan. Semakin besar gradien tegangan maka semakin singkat pula waktu yang dibutuhkan untuk meningkatkan suhu hingga *set point*. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm kenaikan suhu meningkat secara perlahan. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-750 saat suhu sebesar 49,37 °C, kenaikan suhu mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Kemudian pada gradien tegangan 46,1 V/cm kenaikan suhu bahan meningkat lebih signifikan dibandingkan pada gradien tegangan 34,8 V/cm. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-300 saat suhu sebesar 41,33 °C, kenaikan suhu mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm kenaikan suhu paling signifikan dibandingkan 2 gradien tegangan lainnya. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-210 saat daya sebesar 40,5 °C, kenaikan daya mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Dibutuhkan waktu sekitar 930 detik untuk meningkatkan suhu sampai suhu *set* dengan gradien tegangan 34,8 V/cm dan 450 detik untuk meningkatkan suhu sampai suhu *set* dengan gradien tegangan 46,1 V/cm. Sedangkan dengan gradien tegangan 59,6 V/cm hanya dibutuhkan waktu sekitar 300 detik. Dapat dilihat pada **Gambar 4.9** merupakan hubungan antara suhu pada berbagai gradien tegangan dengan *holding time*

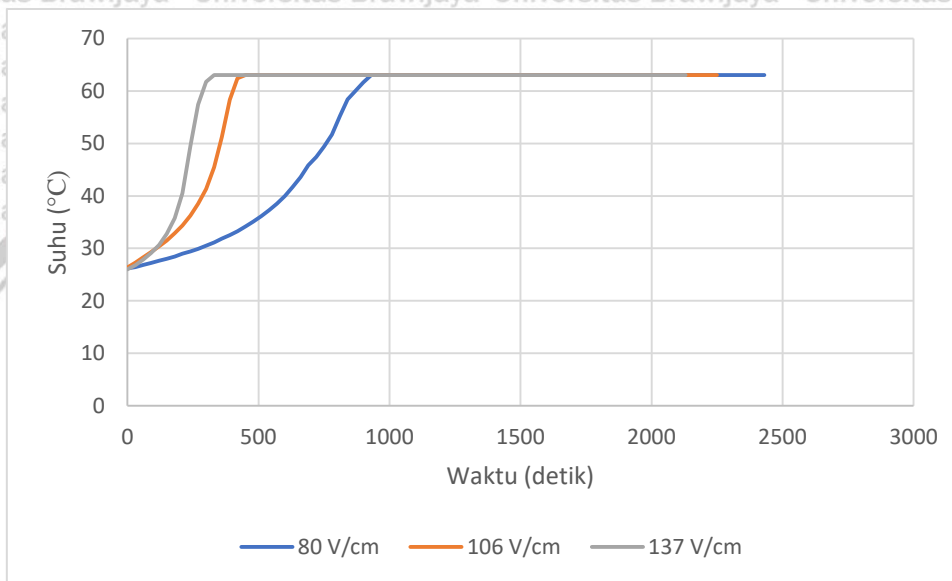
900 detik.



Gambar 4. 9 Grafik Hubungan Suhu Bahan dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 900 detik

Pada gambar diatas dapat dilihat data yang dihasilkan berupa hubungan antara gradien tegangan dengan suhu yang dihasilkan pada bahan. Waktu yang digunakan untuk mencapai suhu *set point* pun berbeda-beda berdasarkan gradien tegangan yang digunakan. Semakin besar gradien tegangan maka semakin cepat pula suhu akan

meningkat, atau berbanding lurus. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm tidak terdapat perubahan suhu bahan pada *holding time* 900 detik. Hal yang sama juga terjadi pada gradien tegangan 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm. Hal tersebut dikarenakan suhu bahan sudah mencapai suhu *set point*, sehingga tidak terjadi perubahan suhu lagi. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* sekitar 930 detik dan pada gradien tegangan 46,1 V/cm, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* sekitar 450 detik. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* sekitar 330 detik. Dapat dilihat pada **Gambar 4.10** merupakan hubungan antara suhu pada berbagai gradien tegangan dengan *holding time* 1800 detik.



Gambar 4. 10 Grafik Hubungan Suhu Bahan dan Waktu pada Berbagai Gradien Tegangan dengan Holding Time 1800 detik

Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat data yang dihasilkan berupa hubungan antara gradien tegangan dengan suhu yang dihasilkan pada bahan. Waktu yang digunakan untuk mencapai suhu *set point* pun berbeda-beda berdasarkan gradien tegangan yang digunakan. Semakin besar gradien tegangan maka semakin cepat pula suhu akan meningkat, atau berbanding lurus. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm tidak terdapat perubahan suhu bahan pada *holding time* 1800 detik. Hal yang sama juga terjadi pada gradien tegangan 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm. Hal tersebut dikarenakan suhu bahan sudah mencapai suhu *set point*, sehingga tidak terjadi perubahan suhu lagi. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* sekitar 930 detik dan pada gradien tegangan 46,1 V/cm, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* sekitar 450 detik. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* sekitar 330 detik Berdasarkan data

diasas dapat dilihat bahwa semakin besar gradien tegangan maka semakin cepat pula meningkatnya suhu bahan sampai menjadi suhu *set point*.

Pada gradien tegangan 34,8 V/cm kenaikan suhu meningkat secara perlahan. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-750 saat suhu sebesar 49,37 °C, kenaikan suhu mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Kemudian pada gradien tegangan 46,1 V/cm kenaikan suhu bahan meningkat lebih signifikan dibandingkan pada gradien tegangan 34,8 V/cm. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-300 saat suhu sebesar 41,33 °C, kenaikan suhu mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Ketika mendekati suhu *set*, pada detik ke-210 saat daya sebesar 40,5 °C, kenaikan daya mulai menurun dibandingkan sebelumnya. Dibutuhkan waktu sekitar 930 detik untuk meningkatkan suhu sampai suhu *set* dengan gradien tegangan 34,8 V/cm dan 450 detik dengan gradien tegangan 46,1 V/cm. Sedangkan dengan gradien tegangan 59,6 V/cm hanya dibutuhkan waktu sekitar 300 detik. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, 46,1 V/cm dan 59,6 V/cm tidak terdapat perubahan suhu bahan pada *holding time* 900 detik dan 1800 detik. Pada gradien tegangan 34,8 V/cm, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* sekitar 930 detik dan pada gradien tegangan 46,1 V/cm sekitar 450 detik. Sedangkan pada gradien tegangan 59,6 V/cm, waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu *set point* sekitar 330 detik. Hubungan antara tegangan dengan perubahan suhu hampir linier dalam rentang suhu tertentu, karena besarnya kenaikan temperatur hampir sama dengan kenaikan tegangan. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kerapatan yang dimiliki oleh masing-masing logam yang bergantung pada massa jenis logam. Jika dua buah logam disatukan kedua ujungnya kemudian dipanaskan maka elektron yang mempunyai kerapatan yang tinggi akan bergerak ke arah logam yang mempunyai kerapatan yang lebih rendah (Wendri *et. al.*, 2012).

4.7. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Penelitian Sebelumnya

4.6.1 Perbandingan Terhadap Angka Kapang Khamir

Hasil dari penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Berdasarkan hasil penelitian ini semakin tinggi gradien tegangan yang diberikan dengan *holding time* 0 detik, atau sesaat mencapai suhu *set*, maka semakin sedikit juga angka kapang khamir yang terkandung pada madu tetes Sialang yang dilakukan proses pasteurisasi. Sehingga semakin tinggi gradien tegangan yang diberikan pada proses pasteurisasi pada *ohmic heating* ini maka akan semakin terdenaturasi pula mikroba yang terkandung didalamnya. Menurut sholehani (2014), penurunan total mikroba menunjukkan adanya efek listrik atau penyetruman mikroba pada bahan. Listrik dapat mengakibatkan terjadinya elektrolisis bahan penyusun medium pertumbuhan. Alat

ini cenderung mengganggu mikroba dengan cara membuat kondisi didalam media pertumbuhannya itu tidak baik, dimana arus listrik yang mengalir ditambah dengan tegangan yang turun naik akibat penggunaan arus listrik yang rendah mengakibatkan mikroba menjadi terganggu sehingga mikroba akan mengalami inaktif.

Selain itu pada penelitian ini pun dilakukan perlakuan kontrol menggunakan pemanas konvensional dengan sumber panas berupa lampu halogen. Dilakukan pemanasan konvensional dengan lama waktu pemanasan serta *holding time* yang berbeda pula. Pemanasan dilakukan selama 4 menit, 8 menit, dan 16 menit dengan *holding time* 0 detik, 900 detik, dan 1800 detik. Berikut merupakan perbandingan beberapa penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada **Tabel 4.10**.

Tabel 4. 10 Perbandingan Penelitian Terdahulu Mengenai Angka Kapang Khamir

Judul Penelitian	Topik	Peneliti
<i>Nutritional and Microbiological Components of Honey Samples Obtained from Ogun State, Southwestern Nigeria.</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar air, kadar abu, dan pH terhadap kandungan mikroba di dalam madu. Terdapat 3 jenis madu dengan kadar air yang berbeda, yaitu madu Ogun 19,14%, madu Otta 18,21%, dan madu Ijebu-Ode 18,21%. Hasil analisis menyatakan bahwa jumlah total coliform (TCC) sangat rendah dengan minimal 0,3 x 10 ³ cfu g ⁻¹ dari sampel madu dari Abeokuta, sedangkan nilai maksimum 2.0 x 10 ³ cfu g ⁻¹ adalah dari sampel madu dari Ogere. Tidak ada jumlah coliform dalam sampel madu lainnya.	(Adenekan et al., 2012).
<i>Microbiology of Pollen and Bee Bread : Taxonomy and Enzymology of Molds</i>	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara jenis <i>pollen</i> terhadap kapang yang terbentuk pada sampel madu. Jenis sumber <i>pollen</i> antara lain dari bunga, <i>pollen trap</i> , dan sel sarang madu. Hasil analisis berupa mayoritas jamur yang teridentifikasi adalah <i>Penicillia</i> (32%), <i>Mucorales</i> (21%), dan <i>Aspergilli</i> (17%). Serbuk sari bunga menghasilkan jumlah isolat tertinggi tetapi jumlah spesies terkecil.	(Gilliam, M. et al., 1989)
<i>Techniques for the Evaluation of Microbiological Quality in Honey</i>	Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan teknik yang paling umum digunakan untuk mengevaluasi karakteristik mikrobiologi madu serta mengidentifikasi kontaminan flora dan	(Sereia, M. J. et al., 2017).

seberapa signifikannya pada madu. Tentukan jumlah koloni ragi di piring berdasarkan persentase yang dikonfirmasi. Hasil analisis dari 30 koloni yang dihitung, lima sudah terkonfirmasi dan tiga sudah dikonfirmasi sebagai ragi (60%), jadi jumlah koloni ragi pada cawan adalah $30 \times 0,6 = 18$. Untuk menghitung jumlah unit pembentuk koloni per gram (CFU / g) khamir dan kapang, kalikan jumlah koloni dengan sepuluh dan dengan kebalikan dari pengenceran.

Analysis of moisture content, acidity and contamination by yeast and molds in Apis mellifera L. honey from central Brazil Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar air dan keasamaan terhadap jumlah kapang khamir pada madu. Variasi kadar air sebesar 15,2 %, 16,4 %, dan 17 %, sedangkan tingkat keasamaan sebesar 46.79, 32.87, dan 43.86 mEq/kg. Kapang dan khamir yang dihasilkan sebesar $< 1.0 \times 10^1$, 2.0×10^1 , dan 2.0×10^1 . (Ananias, K. R. et al., 2013).

4.6.2 Perbandingan Terhadap Gula Pereduksi

Perbandingan pada penelitian ini dengan kontrol dan beberapa literatur atau penelitian sebelumnya. Perlakuan kontrol menggunakan pemanas konvensional dengan sumber panas berupa lampu halogen. Dilakukan pemanasan konvensional dengan lama waktu pemanasan serta *holding time* yang berbeda pula. Kontrol dilakukan sebanyak satu kali pengulangan. Data yang disajikan berupa kandungan gula pereduksi dari kontrol yang digunakan dan hasil optimum pada penelitian ini, serta perbandingan dengan hasil penelitian terdahulu. Berikut merupakan perbandingan hasil optimum dan kontrol dengan beberapa penelitian terdahulu yang dapat dilihat pada

Tabel 4.11.

Tabel 4. 11 Perbandingan Penelitian Terdahulu Mengenai Kandungan Gula Pereduksi

Bahan	Perlakuan	Kandungan Gula Peereduksi (%)
Madu hutan	Madu di pasteurisasi pada suhu 63 °C selama 30 menit. Madu yang telah dipasteurisasi dilakukan pendinginan dengan pendinginan menggunakan <i>vacuum cooling</i>	Nilai gula pereduksi pada madu asli adalah 62,6%, setelah dipasteurisasi nilai gula

	dan konvensional dengan volume madu pereduksi pada <i>chamber</i> 1L yang berbeda beda yaitu meningkat 50%, 25% dan 12,5% dengan 3 kali pengulangan.	madu menjadi 77,8%.
Madu hutan	Pemanasan konvensional sampel madu (50 g) dilakukan dalam penangas air pada 90 °C selama 20, 40, dan 60 menit (pemanasan isothermal) tanpa pengadukan. Pemrosesan microwave dari sampel madu (50 g) dilakukan tanpa pengadukan dalam multimode reaktor gelombang mikro – RM 800 Plazmatronika (Wroclaw, Polandia) beroperasi dengan kekuatan berkelanjutan (1,26 W/g madu) masing-masing selama 2, 4, dan 6 menit.	32,26%
Madu mallawa	Dipanaskan ke dalam oven dengan suhu yang bervariasi. Gelas kimia 1 dipanaskan pada suhu 35 °C, gelas kimia 2 pada suhu 90 °C dan gelas kimia 3 pada suhu 110 °C. masing-masing dipanaskan selama 1 jam kemudian didinginkan dalam desikator.	Pada pemanasan 35 °C: 69,96%, pada suhu 90 °C: 66,61%, dan pada suhu 110 °C: 65,60%

4.6.3 Perbandingan Terhadap Enzim Diastase

Hasil dari penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian terdahulu. Berdasarkan hasil penelitian ini semakin tinggi gradien tegangan yang diberikan dengan *holding time* 0 detik, atau sesaat mencapai suhu *set*, maka semakin rendah pula total enzim diastase pada madu tetes Sialang yang dilakukan proses pasteurisasi. Sehingga semakin tinggi gradien tegangan yang diberikan pada proses pasteurisasi pada *ohmic heating* ini maka akan semakin merusak enzim diastase yang terkandung pada madu. Menurut Suhaela *et. al.* (2012), pemanasan pada suhu yang semakin tinggi dapat menurunkan aktifitas enzim diastase. Perubahan temperatur akan mempengaruhi aktivitas enzim, di mana pada temperatur yang rendah laju reaksi enzim akan bergerak lambat dengan energi kinetik dan tumbukan dari molekul yang rendah sehingga tidak dapat mencapai energi aktivasi yang cukup untuk terjadi reaksi.

Selain itu pada penelitian ini pun dilakukan perlakuan kontrol menggunakan pemanas konvensional dengan sumber panas berupa lampu halogen. Dilakukan pemanasan konvensional dengan lama waktu pemanasan serta *holding time* yang

berbeda pula. Pemanasan dilakukan selama 4 menit, 8 menit, dan 16 menit dengan *holding time* 0 detik, 900 detik, dan 1800 detik. Berikut merupakan perbandingan beberapa penelitian sebelumnya yang dapat dilihat pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4. 12 Perbandingan Penelitian Terdahulu Mengenai Total Enzim Diastase

Bahan	Perlakuan	Total Enzim Diastase (DN)
Madu hutan	Pemanasan konvensional sampel madu (50 g) dilakukan dalam penangas air pada 90 °C selama 20, 40, dan 60 menit (pemanasan isotermal) tanpa pengadukan. Pemrosesan microwave dari sampel madu (50 g) dilakukan tanpa pengadukan dalam multimode reaktor gelombang mikro – RM 800 Plazmatronika (Wroclaw, Polandia) beroperasi dengan kekuatan berkelanjutan (1,26 W/g madu) masing-masing selama 2, 4, dan 6 menit.	Suhu 25 °C (0 menit) : 21,8 DN; Suhu 56 °C (2 menit) : 21,7 DN; Suhu 66 °C (4 menit) : 21,4 DN; Suhu 68 °C (6 menit) : 18,1 DN
Madu bunga	Empat puluh gram masing-masing madu bunga dan madu adalah diisi ke dalam stoples madu mini dan dimicrowave selama 2 menit dan 4 menit pada 80 watt.	Setelah microwave selama 2 menit/ 80 watt, jumlah diastase minimum 16,7 (DN) (FL12), maksimal 45,3 (DN) bisa ditentukan (FL2). Rata-rata adalah 27,5 (DN) dengan standar deviasi 7,5 (DN).
Madu mallawa	Dipanaskan ke dalam oven dengan suhu yang bervariasi. Gelas kimia 1 dipanaskan pada suhu 35 °C, gelas kimia 2 pada suhu 90 °C dan gelas kimia 3 pada suhu 110 °C. masing-masing dipanaskan selama 1 jam kemudian didinginkan dalam desikator.	Pada pemanasan 35 °C: 10,48 DN, pada suhu 90 °C: 6,66 DN, dan pada suhu 110 °C: 2,50 DN

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Gradien tegangan pada proses pasteurisasi madu sialang menggunakan metode *ohmic heating* didapatkan melalui cara *trial-error*. Pasteurisasi madu dilakukan dengan 3 (tiga) varian lama waktu proses, yaitu selama 4 menit, 8 menit, dan 16 menit. Lama waktu pasteurisasi yang digunakan menggunakan variasi 2^n , dengan nilai $n = 2, 3, \text{ dan } 4$. Pelaksanaan dalam mencari tegangan dilakukan dengan uji coba tiap tegangan yang berbeda-beda, sehingga dapat menaikkan suhu awal berupa suhu ruang ($\pm 25^\circ\text{C}$) menjadi suhu *set point*, yaitu 63°C . Suhu *set point* ditentukan berdasarkan suhu optimal untuk melakukan pasteurisasi pada madu. Dibutuhkan tegangan sebesar $59,6\text{ V/cm}$ untuk menaikkan suhu madu sialang, dari suhu ruang, yaitu $26,1^\circ\text{C}$ menjadi 63°C selama 4 menit. Dibutuhkan tegangan sebesar $46,1\text{ V/cm}$ untuk menaikkan suhu madu sialang, dari suhu ruang, yaitu $24,7^\circ\text{C}$ menjadi 63°C selama 8 menit. Sedangkan Dibutuhkan untuk menaikkan suhu madu sialang, dari suhu ruang, yaitu $27,7^\circ\text{C}$ menjadi 63°C selama 16 menit, dibutuhkan tegangan sebesar $34,8\text{ V/cm}$.
2. Perlakuan gradien tegangan $59,6\text{ V/cm}$ dengan lama waktu pasteurisasi (*holding time*) madu sialang selama 0 detik (saat mencapai suhu *set point*), mampu menghasilkan rerata angka kapang khamir terkecil yaitu 1 koloni/mL. Sedangkan rerata kandungan gula pereduksi dan total enzim diastase yang dihasilkan, yaitu sebesar 80% dan 2,302 DN. Semakin tinggi gradien tegangan maka dapat mengurangi angka kapang khamir dengan menjaga sifat kimia pada madu sialang secara maksimal. Sedangkan pada perlakuan tegangan $34,8\text{ V/cm}$ dengan *holding time* 1800 detik menghasilkan angka kapang khamir terbesar, yaitu sebesar 19 koloni/mL, serta memiliki kandungan gula pereduksi sebesar 40% dengan total enzim diastase sebesar 0,735 DN. Variabel tegangan dan waktu pasteurisasi (*holding time*) memiliki perbedaan yang signifikan terhadap angka kapang khamir dan sifat kimia pada madu sialang.
3. Madu sialang yang diberikan perlakuan pasteurisasi dengan tegangan $46,1\text{ V/cm}$ selama *holding time* 0 detik, terbentuk angka kapang khamir sebesar 2 koloni/mL serta memiliki kandungan gula pereduksi 79% dan total enzim diastase 1,959 DN.

Variabel gradien tegangan memiliki nilai P-value $>0,05$ terhadap angka kapang khamir, kandungan gula pereduksi, dan total enzim diastase sehingga berbeda sangat nyata. Pada madu sialang yang dipasteurisasi dengan gradien tegangan $59,6 \text{ V/cm}$ selama *holding time* 900 detik, terbentuk angka kapang khamir sebesar 8 koloni/mL serta memiliki kandungan gula pereduksi 63% dan total enzim diastase 1,924 DN. Variabel *holding time* bersifat signifikan dengan nilai P-value $>0,05$, terhadap angka kapang khamir, kandungan gula pereduksi, dan total enzim diastase.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang komposisi senyawa lainnya, seperti kadar abu yang terkandung pada madu tetes Sialang.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan waktu pasteurisasi yang lebih bervariasi dan menggunakan gradien tegangan yang berbeda.
3. Perlu dilakukan analisa SEM untuk mengetahui efek pemanasan *ohmic heating* terhadap permukaan bahan yang telah diberi perlakuan.



DAFTAR PUSTAKA

- Adenekan, M. O., Amusa, N. A., Okpeze, V. E., & Owoyibo, A. O. (2012). Nutritional and Microbiological Components of Honey Samples Obtained From Ogun State, Southwestern Nigeria. *European Journal of Sustainable Development*, 1(2), 271. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2012.v1n2p271>
- Akhmazillah, M. F. N., Farid, M. M., & Silva, F. V. M. (2012). High pressure processing of honey: Preliminary study of *Saccharomyces Cerevisiae* inactivation and total phenolic content. *Chemeca 2012: Quality of Life through Chemical Engineering*, 1117.
- Amanto, B. S., P., N. H. R., & Basito. (2012). Kajian Karakteristik Alat Pengurangan Kadar Air Madu Dengan Sistem Vakum Yang Berkondensor. *Teknologi Hasil Pertanian*, V(2), 8–16.
- Ananias, K. R., de Melo, A. A. M., & de Moura, C. J. (2013). Analysis of moisture content, acidity and contamination by yeast and molds in *Apis mellifera* L. honey from central Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 44(3), 679–683. <https://doi.org/10.1590/S1517-83822013000300003>
- Biologi, J., & Semarang, U. N. (2012). *Unnes Journal of Life Science Efek Madu Randu dan Kelengkeng dalam Menurunkan Kolesterol pada Tikus Putih Hiperkolesterolemik Inayah*, Aditya Marianti, Lisdiana Info Artikel Abstrak Abstra ct. 1(1), 5.
- Endang, A., Hasan, Z., Herawati, H., & Amalia, L. (2020). FISILOGI MADU MULTIFLORA ASAL RIAU DAN POTENSINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI *Escherichia coli* DAN *Staphylococcus aureus*. *Chemistry Progress*, 13(2), 81–90. <https://doi.org/10.35799/cp.13.2.2020.31594>
- Escrive, I., Visquert, M., Juan-Borrás, M., & Fito, P. (2009). Influence of Simulated Industrial Thermal Treatments on The Volatile Fractions of Different Varieties of Honey. *Food Chemistry*, 112(2), 329–338. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.068>

- Eshete, Y., & Eshete, T. (2019). A Review on the Effect of Processing Temperature and Time duration on Commercial Honey Quality. *Madridge Journal of Food Technology*, 4(1), 158–162. <https://doi.org/10.18689/mjft-1000124>
- F, K. Ge. (1967). 濟無No Title No Title No Title. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2013, 5–28.
- Gilliam, M., Prest, D. B., & Lorenz, B. J. (1989). Microbiology of pollen and bee bread: taxonomy and enzymology of molds. *Apidologie*, 20(1), 53–68. <https://doi.org/10.1051/apido:19890106>
- Gio, P. U., & rosmaini, elly. (2018). *Belajar Olah Data dengan SPSS, MINITAB, R, MICROSOFT EXCEL, EVIEWS, LISREL, AMOS, dan SMARTPLS*. <https://doi.org/10.31227/osf.io/2z79c>
- Halla, S., Rohmi, R., & Agrijanti, A. (2019). Efektivitas Inkubator Portable Sebagai Alat Inovasi Penunjang Laboratorium Mikrobiologi. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 6(1), 66. <https://doi.org/10.32807/jambs.v6i1.126>
- Handayani, F. W., Muhtadi, A., Farmasi, F., Padjadjaran, U., Dara, T., Manis, K., & Aktif, S. (2013). Penentuan Tingkatan Jaminan Sterilitas Pada Autoklaf Dengan Indikator Biologi Spore Strip. *Farmaka*, 4(1), 1–15.
- Hapsoh, Gusmawartati, Nazaruddin, & Yansen, S. (2017). *Panen Lestari & Manfaat Madu Hutan. June*.
- Harjo, S. S. T., Radiati, L. E., & Rosyidi, D. (2015). Perbandingan Madu Karet dan Madu Rambutan Berdasarkan Kadar Air, Aktivitas Enzim Diastase dan Hidroximetilfurfural (HMF). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Hasil Ternak*, 10(1), 18–21. <https://jitek.ub.ac.id/index.php/jitek/article/view/238>
- Kalimah, S., Akbar, M., & Jauhari, A. (2018). Penggunaan Alat Evaporator Bagi Peningkatan Ragam Varian Kemasan Produk Madu. *Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 134–137.
- Karnia, I., Hamidah, S., & Thamrin, G. A. R. (2019). Pengaruh masa simpan madu kelulut (*Trigona* sp.) terhadap kadar gula pereduksi dan keasaman. *J. Sylva Scienteeae*, 2(6), 1094–1099.

- Khotimah, H., Anggraeni, E. W., & Setianingsih, A. (2018). Karakterisasi Hasil Pengolahan Air Menggunakan Alat Destilasi. *Jurnal Chemurgy*, 1(2), 34. <https://doi.org/10.30872/cm.g.v1i2.1143>
- Kostić, A., Petrović, T. S., Krnjaja, V. S., Nedić, N. M., Tešić, Ž. L., Milojković-Opsenica, D. M., Barać, M. B., Stanojević, S. P., & Pešić, M. B. (2017). Contaminación con mohos y aflatoxina de las muestras de polen de abeja colectado en diferentes regiones en Serbia. *Journal of Apicultural Research*, 56(1), 13–20. <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1259897>
- Kowalski, S., Lukasiewicz, M., Bednarz, S., & Panus, M. (2012). Diastase number changes during thermal and microwave processing of honey. *Czech Journal of Food Sciences*, 30(1), 21–26. <https://doi.org/10.17221/123/2010-cjfs>
- Kunlestiowati, H. (2018). Analisis penyimpangan konversi energi listrik menjadi kalor pada perangkat eksperimen Hukum Joule. *Jurnal Riset Dan Kajian Pendidikan Fisika*, 5(1), 34. <https://doi.org/10.12928/jr.kpf.v5i1.9210>
- Nurcahya, B., Widhiada, I. W., & Subagia, I. G. A. (2016). Sistem Kontrol Kestabilan Suhu pada Inkubator Bayi Berbasis Arduino UNO dengan MATLAB / SIMULINK. *Jurnal METTEK*, 2(1), 35–42.
- Nurintan Sholehani, Cahyawan Catur Edi M., R. S. (2014). *Pengurangan Total Mikroba Pada Produk Pangan Nurintan Sholehani Fakultas Teknologi Pangan Dan Agroindustri*. <http://eprints.unram.ac.id/7485/1/JURNAL.pdf>
- Octavia, A., & Wantini, S. (2017). Perbandingan Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus* Pada Media PDA (Potato Dextrose Agar) dan Media Alternatif dari Singkong (Manihot esculenta Crantz). *Jurnal Analisis Kesehatan*, 6(2), 625–631.
- Pertanian, J. T. (2021). Vol. 10, No. 1, Tahun 2021. 10(1), 49–57.
- Pujiati, & Priamini, C. N. (2016). Analisis Kadar Gula Reduksi Pada Fermentasi Kacang Gude (*Cajanus cajan*) Oleh *Aspergillus niger*. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 832–835.
- Reynolds, A. (2019). Influence of microwave treatment on honey quality. *Progressive Agriculture*, 30(1), 125–140. <https://doi.org/10.3329/pa.v30i1.42219>

- Riswahyuli, Y., Rohman, A., Setyabudi, F. M. C. S., & Raharjo, S. (2020). Indonesian wild honey authenticity analysis using attenuated total reflectance-fourier transform infrared (ATR-FTIR) spectroscopy combined with multivariate statistical techniques. *Heliyon*, 6(4), e03662. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03662>
- Rohmi, Anam, H., & Andrianto, M. R. (2014). Uji Mutu Mikrobiologis Pada Madu Kemasan Yang Beredar Di Kecamatan Cakranegara. *Jurnal Biotik*, 1(1), 153–160.
- Saha, S. (2018). Isolation, Detection and Characterization of Aerobic Bacteria from Honey Samples of Bangladesh. *BioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/298695>
- Standar Nasional Indonesia. (2013). *Standar nasional Indonesia (SNI). SNI 3545:2003. Madu*.
- Suhaela*, Alfian Noor, Ahyar Ahmad. (2012). PENGARUH PEMANASAN DAN LAMA PENYIMPANAN TERHADAP KADAR 5-(HIDROKSIMETIL)FURAN-2-KARBALDEHIDA(HMF) PADA MADU ASAL MALLAWA. (n.d.). 1–10.
- Suharno, S.T., M.T. & Budi Harjanto, S.T., M. E., & Prodi. (2015). No Title No Title PENGARUH VARIASI TEMPERATUR DAN HOLDING TIME DENGAN MEDIA QUENCHING OLI MESRAN SAE 40 TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN KEKERASAN BAJA ASSAB 760. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*, 1.
- Wibowo, S. A., Lastriyanto, A., Choviya Hawa, L., Erwan, E., Junus, M., Jaya, F., Masyithoh, D., Batoro, J., & Lamerkabel, J. S. . (2021). Unjuk Kinerja Alat Pasteurisasi Pada Proses Pasteurisasi Madu : Studi Kasus Pt Kembang Joyo Sriwijaya. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 9(1), 11–21. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v9i1.181>
- Widodo, E., & Huda, M. (2016). Optimasi Holding Time Untuk Mendapatkan Kekerasan Baja S 45 C. *Rekayasa Energi Manufaktur*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.21070/r.e.m.v1i1.167>
- Wulandari, D. D. (2017). Analisa Kualitas Madu (Keasaman, Kadar Air, dan Kadar Gula Pereduksi) Berdasarkan Perbedaan Suhu Penyimpanan. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 16. <https://doi.org/10.20473/jkr.v2i1.3768>

Yuliantini, N. M. (2012). Alat Pencatat Temperatur Otomatis menggunakan Termokopel berbasis Mikrokontroler AT89S51. *Buletin Fisika*, 13(1), 29–33.

<https://ojs.unud.ac.id/index.php/buletinfisika/article/view/31286>

Yunita, M., Hendrawan, Y., & Yulianingsih, R. (2015). Quantitative Analysis of Food Microbiology in Flight (Aerofood ACS) Garuda Indonesia Based on the TPC (Total Plate Count) with the Pour Plate Method. *Jurnal Keteknikian Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(3), 237–248.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Angka Kapang Khamir

Perlakuan		Angka Kapang Khamir (koloni/mL)			Rata - rata
Tegangan	Holding Time	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
	(detik)				
80 V/cm	0	15	14	13	14
80 V/cm	900	17	15	16	16
80 V/cm	1800	19	18	18	19
106 V/cm	0	9	7	8	8
106 V/cm	900	8	9	8	9
106 V/cm	1800	9	7	8	8
137 V/cm	0	1	2	1	1
137 V/cm	900	2	1	2	2
137 V/cm	1800	2	2	1	2
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	0	3			3
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	900	5			5
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	1800	6			6
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	0	14			14

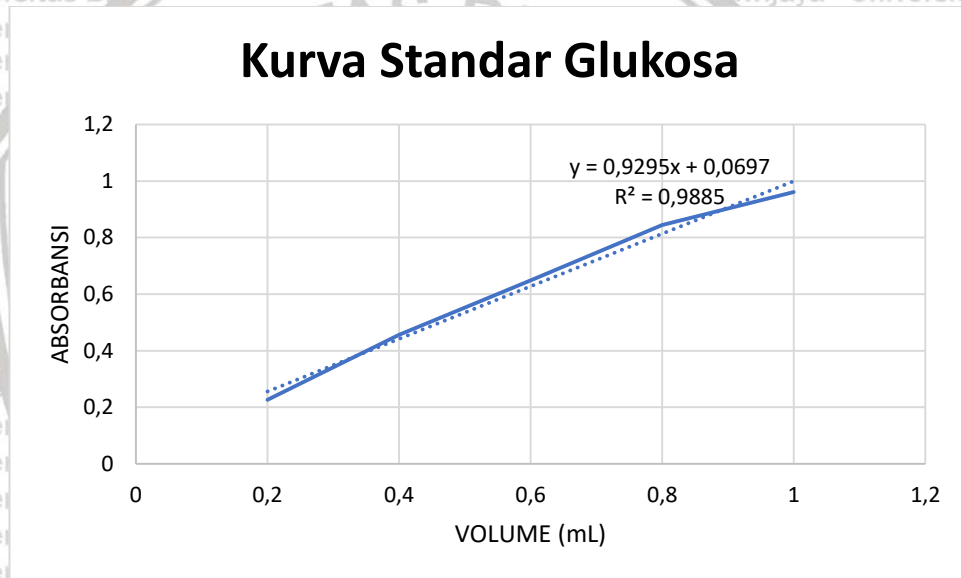
Perlakuan		Angka Kapang Kahmir (koloni/mL)	Rata - rata
Tegangan	Holding Time		
	(detik)		
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	900	17	17
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	1800	21	21
Kontrol (Pemanas Konvensional) 16 menit	0	21	21
Kontrol (Pemanas Konvensional) 16 menit	900	26	26
Kontrol (Pemanas Konvensional) 16 menit	1800	29	29



Lampiran 2. Kurva Standar Glukosa

Volume Glukosa (mL)	Absorbansi
Blanko	0,019
0,2	0,226
0,4	0,456
0,6	0,649
0,8	0,845
1	0,961

Persamaan regresi linier
 $y = ax + b$



Lampiran 3. Data Hasil Pengujian Kandungan Gula Pereduksi

Perlakuan		Absorbansi			Kandungan Gula Pereduksi (%)			Rata - rata
Tegangan	Holding Time	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
	(detik)							
80 V/cm	0	0,473	0,482	0,458	56	57	55	56
80 V/cm	900	0,473	0,463	0,422	56	55	51	54
80 V/cm	1800	0,378	0,352	0,245	46	43	32	40
106 V/cm	0	0,535	0,568	0,511	63	67	60	63
106 V/cm	900	0,562	0,54	0,527	66	63	62	64
106 V/cm	1800	0,547	0,552	0,507	64	65	60	63
137 V/cm	0	0,725	0,674	0,673	83	78	78	80
137 V/cm	900	0,708	0,654	0,685	82	76	79	79
137 V/cm	1800	0,704	0,657	0,667	81	76	77	78
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	0		0,547			64		64
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	900		0,479			57		57
								Rata -

Perlakuan		Absorbansi	Kandungan Gula Pereduksi (%)	rata
Tegangan	Holding Time			
	(detik)			
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	1800	0,403	49	49
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	0	0,496	59	59
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	900	0,483	57	57
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	1800	0,582	68	68
Kontrol (Pemanas Konvensional) 16 menit	0	0,682	78	78
Kontrol (Pemanas Konvensional) 16 menit	900	0,653	76	76
Kontrol (Pemanas Konvensional) 16 menit	1800	0,584	68	68



Perhitungan Kandungan Gula Pereduksi

1. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 0 detik

Ulangan 1 : $0,473 - 0,019 = 0,454$

$$0,454 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 56 \%$$

2. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 900 detik

Ulangan 1 : $0,473 - 0,019 = 0,454$

$$0,454 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 56 \%$$

3. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

Ulangan 1 : $0,378 - 0,019 = 0,359$

$$0,359 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 46 \%$$

4. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 0 detik

Ulangan 1 : $0,535 - 0,019 = 0,516$

$$0,516 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 63 \%$$

5. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 900 detik

Ulangan 1 : $0,562 - 0,019 = 0,543$

$$0,543 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 66 \%$$

6. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

Ulangan 1 : $0,547 - 0,019 = 0,528$

$$0,528 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 64 \%$$

7. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 0 detik

Ulangan 1 : $0,725 - 0,019 = 0,706$

$$0,706 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 83 \%$$

8. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 900 detik

Ulangan 1 : $0,708 - 0,019 = 0,689$

$$0,689 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 82 \%$$

9. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,704 - 0,019 = 0,685$$

$$0,685 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 81 \%$$

10. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,482 - 0,019 = 0,463$$

$$0,463 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 57 \%$$

11. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,463 - 0,019 = 0,444$$

$$0,444 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 55 \%$$

12. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,352 - 0,019 = 0,333$$

$$0,333 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 43 \%$$

13. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,568 - 0,019 = 0,549$$

$$0,549 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 67 \%$$

14. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,540 - 0,019 = 0,521$$

$$0,521 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 63 \%$$

15. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,552 - 0,019 = 0,533$$

$$0,533 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 65 \%$$

16. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,674 - 0,019 = 0,655$$

$$0,655 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 78 \%$$

17. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,654 - 0,019 = 0,635$$

$$0,635 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 76 \%$$

18. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,657 - 0,019 = 0,638$$

$$0,638 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 76 \%$$

19. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,458 - 0,019 = 0,439$$

$$0,439 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 55 \%$$

20. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,422 - 0,019 = 0,403$$

$$0,403 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 51 \%$$

21. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,245 - 0,019 = 0,226$$

$$0,226 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 32 \%$$

22. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,511 - 0,019 = 0,492$$

$$0,492 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 60 \%$$

23. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,527 - 0,019 = 0,508$$

$$0,508 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 62 \%$$

24. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,507 - 0,019 = 0,488$$

$$0,488 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 60 \%$$

25. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,673 - 0,019 = 0,654$$

$$0,654 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 78 \%$$

26. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,685 - 0,019 = 0,666$$

$$0,666 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 79 \%$$

27. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,667 - 0,019 = 0,648$$

$$0,648 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 77 \%$$

28. Pemanasan Konvensional (4 menit) dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Kontrol : } 0,682 - 0,019 = 0,663$$

$$0,663 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 78 \%$$

29. Pemanasan Konvensional (4 menit) dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Kontrol : } 0,653 - 0,019 = 0,634$$

$$0,634 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 76 \%$$

30. Pemanasan Konvensional (4 menit) dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Kontrol : } 0,584 - 0,019 = 0,565$$

$$0,565 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 68 \%$$

31. Pemanasan Konvensional (8 menit) dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Kontrol : } 0,496 - 0,019 = 0,477$$

$$0,477 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 59 \%$$

32. Pemanasan Konvensional (8 menit) dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Kontrol : } 0,483 - 0,019 = 0,464$$

$$0,464 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 57 \%$$

33. Pemanasan Konvensional (8 menit) dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Kontrol : } 0,582 - 0,019 = 0,563$$

$$0,563 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 68 \%$$

34. Pemanasan Konvensional (16 menit) dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Kontrol : } 0,547 - 0,019 = 0,528$$

$$0,528 = 0,9295x + 0,0697$$

$$x = 64 \%$$

35. Pemanasan Konvensional (16 menit) dengan Holding Time 900 detik

$$\begin{aligned} \text{Kontrol} &: 0,479 - 0,019 = 0,460 \\ 0,460 &= 0,9295x + 0,0697 \\ x &= 57 \% \end{aligned}$$

36. Pemanasan Konvensional (16 menit) dengan Holding Time 1800 detik

$$\begin{aligned} \text{Kontrol} &: 0,403 - 0,019 = 0,384 \\ 0,384 &= 0,9295x + 0,0697 \\ x &= 49 \% \end{aligned}$$



Lampiran 4. Data Hasil Pengujian Total Enzim Diastase

Perlakuan		Absorbansi			Total Enzim Diastase (DN)			Rata - rata
Tegangan	Holding Time	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
	(detik)							
80 V/cm	0	-0,0004x + 0,3413	-0,0003x + 0,3152	-0,0003x + 0,3162	0,97	0,891	0,931	0,931
80 V/cm	900	-0,0003x + 0,3082	-0,0003x + 0,3177	-0,0002x + 0,294	0,874	0,952	0,859	0,895
80 V/cm	1800	-0,0003x + 0,2993	-0,0003x + 0,3037	-0,0002x + 0,286	0,759	0,713	0,734	0,735
106 V/cm	0	-0,0005x + 0,5402	-0,0006x + 0,5413	-0,0004x + 0,4383	2,035	1,794	1,944	1,924
106 V/cm	900	-0,0005x + 0,4248	-0,0004x + 0,424	-0,0005x + 0,425	1,265	1,575	1,297	1,379
106 V/cm	1800	-0,0002x + 0,317	-0,0004x + 0,3777	-0,0006x + 0,4743	1,367	1,189	1,329	1,295
137 V/cm	0	-0,0006x + 0,6787	-0,0007x + 0,6798	-0,0006x + 0,6533	2,465	2,118	2,324	2,302
								Rata -



Perlakuan		Absorbansi			Total Enzim Diastase (DN)			rata
Tegangan	Holding Time	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
	(detik)							
137 V/cm	900	-0,0006x + 0,5763	-0,0006x + 0,6267	-0,0006x + 0,5597	1,896	2,176	1,804	1,959
137 V/cm	1800	-0,0004x + 0,4477	-0,0005x + 0,4625	-0,0006x + 0,583	1,772	1,517	1,933	1,741
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	0	-0,0004x + 0,2823			0,400			0,400
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	900	-0,0002x + 0,25			0,25			0,25
Kontrol (Pemanas Konvensional) 4 menit	1800	-0,0004x + 0,2437			0,073			0,073
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	0	-0,0008x + 0,4763			1			1
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	900	-0,0005x + 0,395			1,093			1,093
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	1800	-0,0007x + 0,366			0,619			0,619
Kontrol (Pemanas Konvensional) 8 menit	0	0,682			78			78



Konvensional) 16 menit				
Kontrol (Pemanas Konvensional) 16 menit	900	0,653	76	76
Kontrol (Pemanas Konvensional) 16 menit	1800	0,584	68	68

Perhitungan Total Enzim Diastase

1. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0004x + 0,3413$$

$$x = 265,75 : 300$$

$$x = 0,970$$

2. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0003x + 0,3082$$

$$x = 244 : 300$$

$$x = 0,874$$

3. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0003x + 0,2993$$

$$x = 214,33 : 300$$

$$x = 0,759$$

4. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0005x + 0,5402$$

$$x = 610,4 : 300$$

$$x = 2,035$$

5. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0005x + 0,4248$$

$$x = 379,6 : 300$$

$$x = 1,265$$

6. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0002x + 0,317$$

$$x = 410 : 300$$

$$x = 1,367$$

7. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0006x + 0,6787$$

$$x = 739,5 : 300$$

$$x = 2,465$$

8. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0006x + 0,5763$$

$$x = 596,83 : 300$$

$$x = 1,896$$

9. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 1 : } 0,235 = -0,0004x + 0,4477$$

$$x = 531,75 : 300$$

$$x = 1,772$$

10. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0003x + 0,3152$$

$$x = 267,33 : 300$$

$$x = 0,891$$

11. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0003x + 0,3177$$

$$x = 275,67 : 300$$

$$x = 0,952$$

12. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0003x + 0,3037$$

$$x = 229 : 300$$

$$x = 0,713$$

13. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0006x + 0,5413$$

$$x = 510,5 : 300$$

$$x = 1,794$$

14. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0004x + 0,424$$

$$x = 472,5 : 300$$

$$x = 1,575$$

15. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0004x + 0,3777$$

$$x = 365,75 : 300$$

$$x = 1,189$$

16. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0007x + 0,6798$$

$$x = 635,43 : 300$$

$$x = 2,118$$

17. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0006x + 0,6267$$

$$x = 652,83 : 300$$

$$x = 2,176$$

18. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 2 : } 0,235 = -0,0005x + 0,4625$$

$$x = 455 : 300$$

$$x = 1,517$$

19. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0003x + 0,3162$$

$$x = 270,67 : 300$$

$$x = 0,931$$

20. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0002x + 0,294$$

$$x = 295 : 300$$

$$x = 0,859$$

21. Gradien Tegangan 80 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0002x + 0,286$$

$$x = 255 : 300$$

$$x = 0,734$$

22. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0004x + 0,4383$$

$$x = 508,25 : 300$$

$$x = 1,944$$

23. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0005x + 0,425$$

$$x = 380 : 300$$

$$x = 1,297$$

24. Gradien Tegangan 106 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0006x + 0,4743$$

$$x = 398,83 : 300$$

$$x = 1,329$$

25. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0006x + 0,6533$$

$$x = 697,17 : 300$$

$$x = 2,324$$

26. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0006x + 0,5597$$

$$x = 541,17 : 300$$

$$x = 1,804$$

27. Gradien Tegangan 137 V/cm dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Ulangan 3 : } 0,235 = -0,0006x + 0,583$$

$$x = 580 : 300$$

$$x = 1,933$$

28. Pemanasan Konvensional (4 menit) dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Kontrol : } 0,235 = -0,0008x + 0,5873$$

$$x = 440,37 : 300$$

$$x = 1,468$$

29. Pemanasan Konvensional (4 menit) dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Kontrol : } 0,235 = -0,0009x + 0,54$$

$$x = 338,89 : 300$$

$$x = 1,130$$

30. Pemanasan Konvensional (4 menit) dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Kontrol : } 0,235 = -0,0009x + 0,5582$$

$$x = 359,11 : 300$$

31. Pemanasan Konvensional (8 menit) dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Kontrol : } 0,235 = -0,0008x + 0,4763$$

$$x = 301,62 : 300$$

$$x = 1$$

32. Pemanasan Konvensional (8 menit) dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Kontrol : } 0,235 = -0,0005x + 0,395$$

$$x = 320 : 300$$

$$x = 1,093$$

33. Pemanasan Konvensional (8 menit) dengan Holding Time 1800 detik

$$\text{Kontrol : } 0,235 = -0,0007x + 0,366$$

$$x = 187,14 : 300$$

$$x = 0,619$$

34. Pemanasan Konvensional (16 menit) dengan Holding Time 0 detik

$$\text{Kontrol : } 0,235 = -0,0004x + 0,2823$$

$$x = 118,25 : 300$$

$$x = 0,400$$

35. Pemanasan Konvensional (16 menit) dengan Holding Time 900 detik

$$\text{Kontrol : } 0,235 = -0,0002x + 0,25$$

$$x = 75 : 300$$

$$x = 0,250$$



36. Pemanasan Konvensional (16 menit) dengan Holding Time 1800 detik

Kontrol : $0,235 = -0,0004x + 0,2437$

$x = 21,75 : 300$

$x = 0,073$



Lampiran 5. Analisis Data Angka Kapang Khamir

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Tegangan	1	80 V/cm	9
	2	106 V/cm	9
	3	137 V/cm	9
Holding Time	1	0 s	9
	2	900 s	9
	3	1800 s	9
Ulangan	1	Ulangan 1	9
	2	Ulangan 2	9
	3	Ulangan 3	9

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Angka Kapang Khamir

Tegangan	Holding Time	Ulangan	Mean	Std. Deviation	N
80 V/cm	0 s	Ulangan 1	15,00000	.	1
		Ulangan 2	14,00000	.	1
		Ulangan 3	13,00000	.	1
		Total	14,00000	1,000000	3
	900 s	Ulangan 1	17,00000	.	1
		Ulangan 2	15,00000	.	1
		Ulangan 3	16,00000	.	1
		Total	16,00000	1,000000	3
	1800 s	Ulangan 1	19,00000	.	1
		Ulangan 2	18,00000	.	1
		Ulangan 3	18,00000	.	1
		Total	18,33333	,577350	3
	Total	17,00000	2,000000	3	
	Ulangan 2	15,66667	2,081666	3	
	Ulangan 3	15,66667	2,516611	3	
	Total	16,11111	2,027588	9	
106 V/cm	0 s	Ulangan 1	9,00000	.	1
		Ulangan 2	7,00000	.	1
		Ulangan 3	8,00000	.	1
		Total	8,00000	1,000000	3

137 V/cm	900 s	Ulangan 1	8,00000	.	1
		Ulangan 2	9,00000	.	1
		Ulangan 3	8,00000	.	1
		Total	8,33333	,577350	3
	1800 s	Ulangan 1	9,00000	.	1
		Ulangan 2	7,00000	.	1
		Ulangan 3	8,00000	.	1
		Total	8,00000	1,000000	3
	Total	Ulangan 1	8,66667	,577350	3
		Ulangan 2	7,66667	1,154701	3
		Ulangan 3	8,00000	,000000	3
		Total	8,11111	,781736	9
0 s	Ulangan 1	1,00000	.	1	
	Ulangan 2	2,00000	.	1	
	Ulangan 3	1,00000	.	1	
	Total	1,33333	,577350	3	
900 s	Ulangan 1	2,00000	.	1	
	Ulangan 2	1,00000	.	1	
	Ulangan 3	2,00000	.	1	
	Total	1,66667	,577350	3	
1800 s	Ulangan 1	2,00000	.	1	
	Ulangan 2	2,00000	.	1	
	Ulangan 3	1,00000	.	1	
	Total	1,66667	,577350	3	
Total	Ulangan 1	1,66667	,577350	3	
	Ulangan 2	1,66667	,577350	3	
	Ulangan 3	1,33333	,577350	3	
	Total	1,55556	,527046	9	
0 s	Ulangan 1	8,33333	7,023769	3	
	Ulangan 2	7,66667	6,027714	3	
	Ulangan 3	7,33333	6,027714	3	
	Total	7,77778	5,540257	9	
900 s	Ulangan 1	9,00000	7,549834	3	
	Ulangan 2	8,33333	7,023769	3	
	Ulangan 3	8,66667	7,023769	3	
	Total	8,66667	6,244998	9	
1800 s	Ulangan 1	10,00000	8,544004	3	
	Ulangan 2	9,00000	8,185353	3	
	Ulangan 3	9,00000	8,544004	3	
	Total	9,33333	7,314369	9	

	Ulangan 1	9,11111	6,735066	9
	Ulangan 2	8,33333	6,204837	9
Total	Ulangan 3	8,33333	6,344289	9
	Total	8,59259	6,190932	27

ANOVA (Analysis of Variance)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Angka Kapang Khamir

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	988,815 ^a	10	98,881	205,369	,000
Intercept	1993,481	1	1993,481	4140,308	,000
Perlakuan_V	956,519	2	478,259	993,308	,000
Perlakuan_S	10,963	2	5,481	11,385	,001
Ulangan	3,630	2	1,815	3,769	,046
Perlakuan_V * Perlakuan_S	17,704	4	4,426	9,192	,000
Error	7,704	16	,481		
Total	2990,000	27			
Corrected Total	996,519	26			

a. R Squared = ,992 (Adjusted R Squared = ,987)

**Post Hoc Tests
Tegangan**

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Angka Kapang Khamir

	(I) Tegangan	(J) Tegangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	80 V/cm	106 V/cm	8,00000*	,327102	,000	7,30657	8,69343
		137 V/cm	14,55556*	,327102	,000	13,86213	15,24898
	106 V/cm	80 V/cm	-8,00000*	,327102	,000	-8,69343	-7,30657
		137 V/cm	6,55556*	,327102	,000	5,86213	7,24898
	137 V/cm	80 V/cm	-14,55556*	,327102	,000	-15,24898	-13,86213
		106 V/cm	-6,55556*	,327102	,000	-7,24898	-5,86213

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,481.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Holding Time

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Angka Kapang Khamir

Unive	(I) Holding Time	(J) Holding Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	0 s	900 s	-,88889*	,327102	,015	-1,58231	-,19546
		1800 s	-1,55556*	,327102	,000	-2,24898	-,86213
	900 s	0 s	,88889*	,327102	,015	,19546	1,58231
		1800 s	-,66667	,327102	,058	-1,36009	,02676
	1800 s	0 s	1,55556*	,327102	,000	,86213	2,24898
		900 s	,66667	,327102	,058	-,02676	1,36009

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,481.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.



Lampiran 6. Analisis Data Kandungan Gula Pereduksi

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Tegangan	1	80 V/cm	9
	2	106 V/cm	9
	3	137 V/cm	9
Holding Time	1	0 s	9
	2	900 s	9
	3	1800 s	9
Ulangan	1	Ulangan 1	9
	2	Ulangan 2	9
	3	Ulangan 3	9

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kandungan Gula Pereduksi

Tegangan	Holding Time	Ulangan	Mean	Std. Deviation	N
80 V/cm	0 s	Ulangan 1	56,00000	.	1
		Ulangan 2	57,00000	.	1
		Ulangan 3	55,00000	.	1
		Total	56,00000	1,000000	3
	900 s	Ulangan 1	56,00000	.	1
		Ulangan 2	55,00000	.	1
		Ulangan 3	51,00000	.	1
		Total	54,00000	2,645751	3
	1800 s	Ulangan 1	46,00000	.	1
		Ulangan 2	43,00000	.	1
		Ulangan 3	32,00000	.	1
		Total	40,33333	7,371115	3
Total	Ulangan 1	52,66667	5,773503	3	
	Ulangan 2	51,66667	7,571878	3	
	Ulangan 3	46,00000	12,288206	3	
	Total	50,11111	8,373238	9	
106 V/cm	0 s	Ulangan 1	63,00000	.	1
		Ulangan 2	67,00000	.	1
		Ulangan 3	60,00000	.	1
		Total	63,33333	3,511885	3

900 s	Ulangan 1	66,00000	.	1
	Ulangan 2	63,00000	.	1
	Ulangan 3	62,00000	.	1
	Total	63,66667	2,081666	3
1800 s	Ulangan 1	64,00000	.	1
	Ulangan 2	65,00000	.	1
	Ulangan 3	60,00000	.	1
	Total	63,00000	2,645751	3
Total	Ulangan 1	64,33333	1,527525	3
	Ulangan 2	65,00000	2,000000	3
	Ulangan 3	60,66667	1,154701	3
	Total	63,33333	2,449490	9
0 s	Ulangan 1	83,00000	.	1
	Ulangan 2	78,00000	.	1
	Ulangan 3	78,00000	.	1
	Total	79,66667	2,886751	3
900 s	Ulangan 1	82,00000	.	1
	Ulangan 2	76,00000	.	1
	Ulangan 3	79,00000	.	1
	Total	79,00000	3,000000	3
1800 s	Ulangan 1	81,00000	.	1
	Ulangan 2	76,00000	.	1
	Ulangan 3	77,00000	.	1
	Total	78,00000	2,645751	3
Total	Ulangan 1	82,00000	1,000000	3
	Ulangan 2	76,66667	1,154701	3
	Ulangan 3	78,00000	1,000000	3
	Total	78,88889	2,571208	9
0 s	Ulangan 1	67,33333	14,011900	3
	Ulangan 2	67,33333	10,503968	3
	Ulangan 3	64,33333	12,096832	3
	Total	66,33333	10,747093	9
900 s	Ulangan 1	68,00000	13,114877	3
	Ulangan 2	64,66667	10,598742	3
	Ulangan 3	64,00000	14,106736	3
	Total	65,55556	11,147994	9
1800 s	Ulangan 1	63,66667	17,502381	3
	Ulangan 2	61,33333	16,802778	3
	Ulangan 3	56,33333	22,722969	3
	Total	60,44444	16,934514	9

137 V/cm

	Ulangan 1	66,33333	13,143439	9
	Ulangan 2	64,44444	11,533767	9
Total	Ulangan 3	61,55556	15,191372	9
	Total	64,11111	13,003944	27

ANOVA (Analysis of Variance)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kandungan Gula Pereduksi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4280,222 ^a	10	428,022	58,812	,000
Intercept	110976,333	1	110976,333	15248,656	,000
Perlakuan_V	3734,889	2	1867,444	256,595	,000
Perlakuan_S	184,222	2	92,111	12,656	,001
Ulangan	104,222	2	52,111	7,160	,006
Perlakuan_V * Perlakuan_S	256,889	4	64,222	8,824	,001
Error	116,444	16	7,278		
Total	115373,000	27			
Corrected Total	4396,667	26			

a. R Squared = ,974 (Adjusted R Squared = ,957)

**Post Hoc Tests
Tegangan**

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Gula Pereduksi

	(I) Tegangan	(J) Tegangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	80 V/cm	106 V/cm	-13,22222*	1,271725	,000	-15,91816	-10,52629
		137 V/cm	-28,77778*	1,271725	,000	-31,47371	-26,08184
	106 V/cm	80 V/cm	13,22222*	1,271725	,000	10,52629	15,91816
		137 V/cm	-15,55556*	1,271725	,000	-18,25149	-12,85962
	137 V/cm	80 V/cm	28,77778*	1,271725	,000	26,08184	31,47371
		106 V/cm	15,55556*	1,271725	,000	12,85962	18,25149

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 7,278.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Holding Time

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Gula Pereduksi

	(I) Holding Time	(J) Holding Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	0 s	900 s	,77778	1,271725	,549	-1,91816	3,47371
		1800 s	5,88889*	1,271725	,000	3,19295	8,58483
	900 s	0 s	-,77778	1,271725	,549	-3,47371	1,91816
		1800 s	5,11111*	1,271725	,001	2,41517	7,80705
	1800 s	0 s	-5,88889*	1,271725	,000	-8,58483	-3,19295
		900 s	-5,11111*	1,271725	,001	-7,80705	-2,41517

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 7,278.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.



Lampiran 7. Analisis Data Total Enzim Diastase

Univariate Analysis of Variance

Between-Subjects Factors

		Value Label	N
Tegangan	1	80 V/cm	9
	2	106 V/cm	9
	3	137 V/cm	9
Holding Time	1	0 s	9
	2	900 s	9
	3	1800 s	9
Ulangan	1	Ulangan 1	9
	2	Ulangan 2	9
	3	Ulangan 3	9

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Kandungan Gula Pereduksi

Tegangan	Holding Time	Ulangan	Mean	Std. Deviation	N
80 V/cm	0 s	Ulangan 1	56,00000	.	1
		Ulangan 2	57,00000	.	1
		Ulangan 3	55,00000	.	1
		Total	56,00000	1,000000	3
	900 s	Ulangan 1	56,00000	.	1
		Ulangan 2	55,00000	.	1
		Ulangan 3	51,00000	.	1
		Total	54,00000	2,645751	3
	1800 s	Ulangan 1	46,00000	.	1
		Ulangan 2	43,00000	.	1
		Ulangan 3	32,00000	.	1
		Total	40,33333	7,371115	3
Total	Ulangan 1	52,66667	5,773503	3	
	Ulangan 2	51,66667	7,571878	3	
	Ulangan 3	46,00000	12,288206	3	
	Total	50,11111	8,373238	9	
106 V/cm	0 s	Ulangan 1	63,00000	.	1
		Ulangan 2	67,00000	.	1
		Ulangan 3	60,00000	.	1
		Total	63,33333	3,511885	3

900 s	Ulangan 1	66,00000	.	1
	Ulangan 2	63,00000	.	1
	Ulangan 3	62,00000	.	1
	Total	63,66667	2,081666	3
1800 s	Ulangan 1	64,00000	.	1
	Ulangan 2	65,00000	.	1
	Ulangan 3	60,00000	.	1
	Total	63,00000	2,645751	3
Total	Ulangan 1	64,33333	1,527525	3
	Ulangan 2	65,00000	2,000000	3
	Ulangan 3	60,66667	1,154701	3
	Total	63,33333	2,449490	9
0 s	Ulangan 1	83,00000	.	1
	Ulangan 2	78,00000	.	1
	Ulangan 3	78,00000	.	1
	Total	79,66667	2,886751	3
900 s	Ulangan 1	82,00000	.	1
	Ulangan 2	76,00000	.	1
	Ulangan 3	79,00000	.	1
	Total	79,00000	3,000000	3
1800 s	Ulangan 1	81,00000	.	1
	Ulangan 2	76,00000	.	1
	Ulangan 3	77,00000	.	1
	Total	78,00000	2,645751	3
Total	Ulangan 1	82,00000	1,000000	3
	Ulangan 2	76,66667	1,154701	3
	Ulangan 3	78,00000	1,000000	3
	Total	78,88889	2,571208	9
0 s	Ulangan 1	67,33333	14,011900	3
	Ulangan 2	67,33333	10,503968	3
	Ulangan 3	64,33333	12,096832	3
	Total	66,33333	10,747093	9
900 s	Ulangan 1	68,00000	13,114877	3
	Ulangan 2	64,66667	10,598742	3
	Ulangan 3	64,00000	14,106736	3
	Total	65,55556	11,147994	9
1800 s	Ulangan 1	63,66667	17,502381	3
	Ulangan 2	61,33333	16,802778	3
	Ulangan 3	56,33333	22,722969	3
	Total	60,44444	16,934514	9

	Ulangan 1	66,33333	13,143439	9
	Ulangan 2	64,44444	11,533767	9
Total	Ulangan 3	61,55556	15,191372	9
	Total	64,11111	13,003944	27

ANOVA (Analysis of Variance)

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Kandungan Gula Pereduksi

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4280,222 ^a	10	428,022	58,812	,000
Intercept	110976,333	1	110976,333	15248,656	,000
Perlakuan_V	3734,889	2	1867,444	256,595	,000
Perlakuan_S	184,222	2	92,111	12,656	,001
Ulangan	104,222	2	52,111	7,160	,006
Perlakuan_V * Perlakuan_S	256,889	4	64,222	8,824	,001
Error	116,444	16	7,278		
Total	115373,000	27			
Corrected Total	4396,667	26			

a. R Squared = ,974 (Adjusted R Squared = ,957)

**Post Hoc Tests
Tegangan**

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Gula Pereduksi

(I) Tegangan	(J) Tegangan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
80 V/cm	106 V/cm	-13,22222*	1,271725	,000	-15,91816	-10,52629
	137 V/cm	-28,77778*	1,271725	,000	-31,47371	-26,08184
LSD 106 V/cm	80 V/cm	13,22222*	1,271725	,000	10,52629	15,91816
	137 V/cm	-15,55556*	1,271725	,000	-18,25149	-12,85962
137 V/cm	80 V/cm	28,77778*	1,271725	,000	26,08184	31,47371
	106 V/cm	15,55556*	1,271725	,000	12,85962	18,25149

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 7,278.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

Holding Time

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kandungan Gula Pereduksi

	(I) Holding Time	(J) Holding Time	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
LSD	0 s	900 s	,77778	1,271725	,549	-1,91816	3,47371
		1800 s	5,88889*	1,271725	,000	3,19295	8,58483
	900 s	0 s	-,77778	1,271725	,549	-3,47371	1,91816
		1800 s	5,11111*	1,271725	,001	2,41517	7,80705
	1800 s	0 s	-5,88889*	1,271725	,000	-8,58483	-3,19295
		900 s	-5,11111*	1,271725	,001	-7,80705	-2,41517

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 7,278.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.



Lampiran 8. F Tabel 5% SPSS

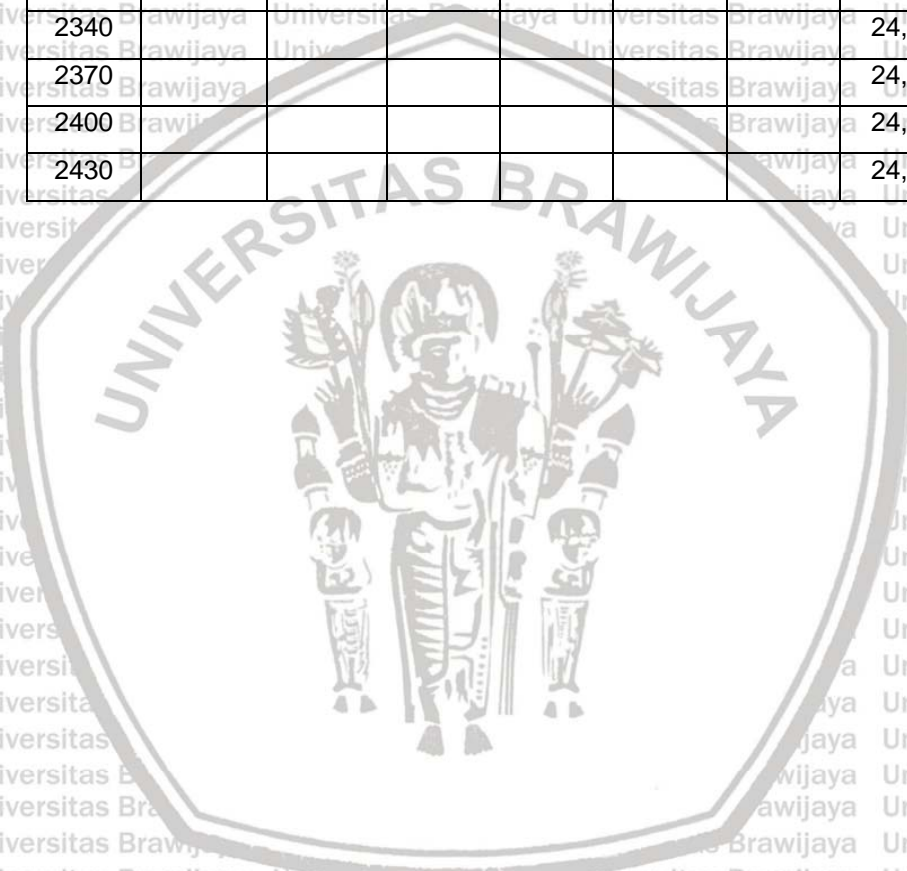
df	v1																								
v2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	30	40	50		
1	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246	246	247	247	248	248	250	251	252		
2	18,5	19,0	19,2	19,2	19,3	19,3	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,4	19,5	19,5	19,5	
3	10,1	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,89	8,85	8,81	8,79	8,76	8,74	8,73	8,71	8,70	8,69	8,68	8,67	8,67	8,66	8,62	8,59	8,58		
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,09	6,04	6,00	5,96	5,94	5,91	5,89	5,87	5,86	5,84	5,83	5,82	5,81	5,80	5,75	5,72	5,70		
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,88	4,82	4,77	4,74	4,70	4,68	4,66	4,64	4,62	4,60	4,59	4,58	4,57	4,56	4,50	4,46	4,44		
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,21	4,15	4,10	4,06	4,03	4,00	3,98	3,96	3,94	3,92	3,91	3,90	3,88	3,87	3,81	3,77	3,75		
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,79	3,73	3,68	3,64	3,60	3,57	3,55	3,53	3,51	3,49	3,48	3,47	3,46	3,44	3,38	3,34	3,32		
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,50	3,44	3,39	3,35	3,31	3,28	3,26	3,24	3,22	3,20	3,19	3,17	3,16	3,15	3,08	3,04	3,02		
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,29	3,23	3,18	3,14	3,10	3,07	3,05	3,03	3,01	2,99	2,97	2,96	2,95	2,94	2,86	2,83	2,80		
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,14	3,07	3,02	2,98	2,94	2,91	2,89	2,86	2,85	2,83	2,81	2,80	2,79	2,77	2,70	2,66	2,64		
11	4,84	3,98	3,59	3,36	3,20	3,09	3,01	2,95	2,90	2,85	2,82	2,79	2,76	2,74	2,72	2,70	2,69	2,67	2,66	2,65	2,57	2,53	2,51		
12	4,75	3,89	3,49	3,26	3,11	3,00	2,91	2,85	2,80	2,75	2,72	2,69	2,66	2,64	2,62	2,60	2,58	2,57	2,56	2,54	2,47	2,43	2,40		
13	4,67	3,81	3,41	3,18	3,03	2,92	2,83	2,77	2,71	2,67	2,63	2,60	2,58	2,55	2,53	2,51	2,50	2,48	2,47	2,46	2,38	2,34	2,31		
14	4,60	3,74	3,34	3,11	2,96	2,85	2,76	2,70	2,65	2,60	2,57	2,53	2,51	2,48	2,46	2,44	2,43	2,41	2,40	2,39	2,31	2,27	2,24		
15	4,54	3,68	3,29	3,06	2,90	2,79	2,71	2,64	2,59	2,54	2,51	2,48	2,45	2,42	2,40	2,38	2,37	2,35	2,34	2,33	2,25	2,20	2,18		
16	4,47	3,63	3,24	3,01	2,85	2,74	2,66	2,59	2,54	2,49	2,46	2,42	2,40	2,37	2,35	2,33	2,32	2,30	2,29	2,28	2,19	2,15	2,12		
17	4,45	3,59	3,20	2,96	2,81	2,70	2,61	2,55	2,49	2,45	2,41	2,38	2,35	2,33	2,31	2,29	2,27	2,26	2,24	2,23	2,15	2,10	2,08		
18	4,41	3,55	3,16	2,93	2,77	2,66	2,58	2,51	2,46	2,41	2,37	2,34	2,31	2,29	2,27	2,25	2,23	2,22	2,20	2,19	2,11	2,06	2,04		
19	4,38	3,52	3,13	2,90	2,74	2,63	2,54	2,48	2,42	2,38	2,34	2,31	2,28	2,26	2,23	2,21	2,20	2,18	2,17	2,16	2,07	2,03	2,00		
20	4,35	3,49	3,10	2,87	2,71	2,60	2,51	2,45	2,39	2,35	2,31	2,28	2,25	2,22	2,20	2,18	2,17	2,15	2,14	2,12	2,04	1,99	1,97		
21	4,32	3,47	3,07	2,84	2,68	2,57	2,49	2,42	2,37	2,32	2,28	2,25	2,22	2,20	2,18	2,16	2,14	2,12	2,11	2,10	2,01	1,96	1,94		
22	4,30	3,44	3,05	2,82	2,66	2,55	2,46	2,40	2,34	2,30	2,26	2,23	2,20	2,17	2,15	2,13	2,11	2,10	2,08	2,07	1,98	1,94	1,91		
23	4,28	3,42	3,03	2,80	2,64	2,53	2,44	2,37	2,32	2,27	2,24	2,20	2,18	2,15	2,13	2,11	2,09	2,08	2,06	2,05	1,96	1,91	1,88		
24	4,26	3,40	3,01	2,78	2,62	2,51	2,42	2,36	2,30	2,25	2,22	2,18	2,15	2,13	2,11	2,09	2,07	2,05	2,04	2,03	1,94	1,89	1,86		
25	4,24	3,39	2,99	2,76	2,60	2,49	2,40	2,34	2,28	2,24	2,20	2,16	2,14	2,11	2,09	2,07	2,05	2,04	2,02	2,01	1,92	1,87	1,84		

Lampiran 9. Peningkatan Daya Listrik saat Proses Pasteurisasi dengan Ohmic Heating

Waktu (s)	Daya Listrik (W)								
	0 s			900 s			1800 s		
	80 V/cm	106 V/cm	137 V/cm	80 V/cm	106 V/cm	137 V/cm	80 V/cm	106 V/cm	137 V/cm
0	31,166	39,3	137	31,166	39,3	38,533	31,166	39,3	38,533
30	33,166	44,433	38,533	33,166	44,433	50,233	33,166	44,433	50,233
60	33,8	48,833	50,233	33,8	48,833	58,266	33,8	48,833	58,266
90	34,666	51,6	58,266	34,666	51,6	71,9	34,666	51,6	71,9
120	35,766	56,833	71,9	35,766	56,833	96,533	35,766	56,833	96,533
150	35,833	61,6	96,533	35,833	61,6	132,36	35,833	61,6	132,36
180	36,6	72,1	132,36	36,6	72,1	158,8	36,6	72,1	158,8
210	37,466	82,666	158,8	37,466	82,666	163,23	37,466	82,666	163,23
240	38,233	99,433	163,23	38,233	99,433	150,46	38,233	99,433	150,46
270	39,266	117,5	150,46	39,266	117,5	142,7	39,266	117,5	142,7
300	40,033	126,8	142,7	40,033	126,8	103,93	40,033	126,8	103,933
330	41,466	129,53		41,466	129,53	25,8	41,466	129,53	25,8
360	42,766	124,86		42,766	124,86	25,8	42,766	124,86	25,8
390	44,933	127,96		44,933	127,96	25,8	44,933	127,96	25,8
420	46,333	99,766		46,333	99,766	25,8	46,333	99,76	25,8
450	48,6	61,333		48,6	61,333	25,8	48,6	61,33	25,8
480	50,3			50,3	25,2	25,8	50,3	25,2	25,8
510	53,4			53,4	25,2	25,8	53,4	25,2	25,8
540	56,533			56,533	25,2	25,8	56,533	25,2	25,8
570	60,066			60,066	25,2	25,8	60,066	25,2	25,8
600	64,5			64,5	25,2	25,8	64,5	25,2	25,8
630	69,666			69,666	25,2	25,8	69,666	25,2	25,8
660	75,733			75,733	25,2	25,8	75,73	25,2	25,8
690	81,233			81,233	25,2	25,8	81,23	25,2	25,8
720	86,6			86,6	25,2	25,8	86,6	25,2	25,8
750	91,733			91,733	25,2	25,8	91,733	25,2	25,8
780	95,733			95,733	25,2	25,8	95,733	25,2	25,8
810	96,733			96,733	25,2	25,8	96,73	25,2	25,8
840	98,6			98,6	25,2	25,8	98,6	25,2	25,8
870	76			76	25,2	25,8	76	25,2	25,8
900	54,5			54,5	25,2	25,8	54,5	25,2	25,8

930	55,133		55,133	25,2	25,8	55,13	25,2	25,8
960			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
990			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1020			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1050			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1080			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1110			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1140			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1170			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1200			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1230			24,1	25,2	25,8	24,1	25,2	25,8
1260			24,1	25,2		24,1	25,2	25,8
1290			24,1	25,2		24,1	25,2	25,8
1320			24,1	25,2		24,1	25,2	25,8
1350			24,1	25,2		24,1	25,2	25,8
1380			24,1			24,1	25,2	25,8
1410			24,1			24,1	25,2	25,8
1440			24,1			24,1	25,2	25,8
1470			24,1			24,1	25,2	25,8
1500			24,1			24,1	25,2	25,8
1530			24,1			24,1	25,2	25,8
1560			24,1			24,1	25,2	25,8
1590			24,1			24,1	25,2	25,8
1620			24,1			24,1	25,2	25,8
1650			24,1			24,1	25,2	25,8
1680			24,1			24,1	25,2	25,8
1710			24,1			24,1	25,2	25,8
1740			24,1			24,1	25,2	25,8
1770			24,1			24,1	25,2	25,8
1800			24,1			24,1	25,2	25,8
1830			24,1			24,1	25,2	25,8
1860						24,1	25,2	25,8
1890						24,1	25,2	25,8
1920						24,1	25,2	25,8
1950						24,1	25,2	25,8
1980						24,1	25,2	25,8
2010						24,1	25,2	25,8

2040					24,1	25,2	25,8
2070					24,1	25,2	25,8
2100					24,1	25,2	25,8
2130					24,1	25,2	25,8
2160					24,1	25,2	
2190					24,1	25,2	
2220					24,1	25,2	
2250					24,1	25,2	
2280					24,1		
2310					24,1		
2340					24,1		
2370					24,1		
2400					24,1		
2430					24,1		



Lampiran 10. Peningkatan Suhu saat Proses Pasteurisasi dengan Ohmic Heating

Waktu (s)	Daya Listrik (W)								
	0 s			900 s			1800 s		
	80 V/cm	106 V/cm	137 V/cm	80 V/cm	106 V/cm	137 V/cm	80 V/cm	106 V/cm	137 V/cm
0	26,2	26,366	26	26,2	26,366	26	26,2	26,366	26
30	26,433	27,3	26,8	26,433	27,3	26,8	26,433	27,3	26,8
60	26,833	28,333	27,9	26,833	28,333	27,9	26,833	28,333	27,9
90	27,2	29,3	29,133	27,2	29,3	29,133	27,2	29,3	29,133
120	27,633	30,366	30,666	27,633	30,366	30,666	27,633	30,366	30,666
150	28,033	31,5	32,766	28,033	31,5	32,766	28,033	31,5	32,766
180	28,466	32,9	35,733	28,466	32,9	35,733	28,466	32,9	35,733
210	28,966	34,333	40,5	28,966	34,333	40,5	28,966	34,333	40,5
240	29,433	36,233	49,566	29,433	36,233	49,566	29,433	36,233	49,566
270	29,933	38,533	57,433	29,933	38,533	57,433	29,933	38,533	57,433
300	30,5	41,333	61,766	30,5	41,333	61,766	30,5	41,333	61,766
330	31,133	45,466	63	31,133	45,466	63	31,133	45,466	63
360	31,833	51,2		31,833	51,2	63	31,833	51,2	63
390	32,5	58,3		32,5	58,3	63	32,5	58,3	63
420	33,266	62,4		33,266	62,4	63	33,266	62,4	63
450	34,166	63		34,166	63	63	34,166	63	63
480	35,066			35,066	63	63	35,066	63	63
510	36,133			36,133	63	63	36,133	63	63
540	37,3			37,3	63	63	37,3	63	63
570	38,533			38,533	63	63	38,533	63	63
600	40			40	63	63	40	63	63
630	41,666			41,666	63	63	41,666	63	63
660	43,6			43,6	63	63	43,6	63	63
690	45,8			45,8	63	63	45,8	63	63
720	47,4			47,4	63	63	47,4	63	63
750	49,366			49,366	63	63	49,366	63	63

780	51,7		51,7	63	63	51,7	63	63
810	55,233		55,233	63	63	55,233	63	63
840	58,366		58,366	63	63	58,366	63	63
870	60,066		60,066	63	63	60,066	63	63
900	61,6		61,6	63	63	61,6	63	63
930	63		63	63	63	63	63	63
960			63	63	63	63	63	63
990			63	63	63	63	63	63
1020			63	63	63	63	63	63
1050			63	63	63	63	63	63
1080			63	63	63	63	63	63
1110			63	63	63	63	63	63
1140			63	63	63	63	63	63
1170			63	63	63	63	63	63
1200			63	63	63	63	63	63
1230			63	63	63	63	63	63
1260			63	63		63	63	63
1290			63	63		63	63	63
1320			63	63		63	63	63
1350			63	63		63	63	63
1380			63			63	63	63
1410			63			63	63	63
1440			63			63	63	63
1470			63			63	63	63
1500			63			63	63	63
1530			63			63	63	63
1560			63			63	63	63
1590			63			63	63	63
1620			63			63	63	63
1650			63			63	63	63
1680			63			63	63	63
1710			63			63	63	63



1740	63	63	63	63
1770	63	63	63	63
1800	63	63	63	63
1830	63	63	63	63
1860		63	63	63
1890		63	63	63
1920		63	63	63
1950		63	63	63
1980		63	63	63
2010		63	63	63
2040		63	63	63
2070		63	63	63
2100		63	63	63
2130		63	63	63
2160		63	63	63
2190		63	63	63
2220		63	63	63
2250		63	25,2	63
2280		63	63	63
2310		63	63	63
2340		63	63	63
2370		63	63	63
2400		63	63	63
2430		63	63	63

Lampiran 11. Dokumentasi

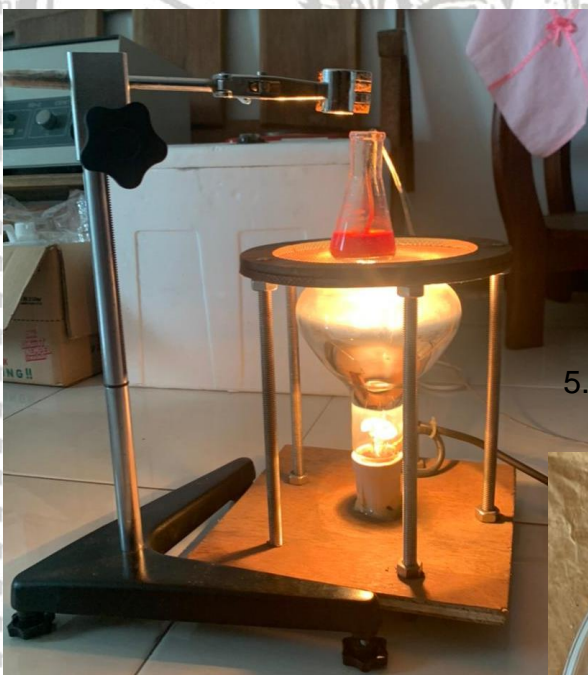
1. Sampel madu yang digunakan



2. Rangkaian ohmic heating



3. Rangkaian pasteurisasi konvensional



4. Sterilisasi media pertumbuhan kapang khamir



5. Kapang khamir

6. Pemanasan di waterbath selama 3 hari pada media PDA yang terbentuk



7. Sampel ditunggu hingga suhu ruang



8. Pembuatan larutan NaCl



9. Penetapan absorbansi sampel



10. Hasil uji total enzim diastase



