

PENGARUH SUHU PADA *CHAMBER VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS* (DAGING SAPI DAN BABI) BERBASIS ELECTRONIC NOSE DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS* (LDA)

SKRIPSI

Oleh:

MOH. NADHIF MUTTAQIN

NIM. 12640043



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

PENGARUH SUHU PADA *CHAMBER VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS* (DAGING SAPI DAN BABI) BERBASIS ELECTRONIC NOSE DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS* (LDA)

SKRIPSI

Diajukan kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

Oleh:

**MOH. NADHIF MUTTAQIN
NIM. 12640043**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

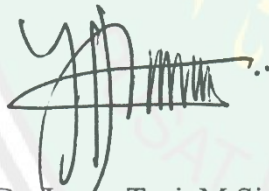
PENGARUH SUHU PADA *CHAMBER VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS* (DAGING SAPI DAN BABI) BERBASIS ELECTRONIC NOSE DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS* (LDA)

SKRIPSI

Oleh:
Moh. Nadhif Muttaqin
NIM. 12640043

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji,
Pada tanggal:2018

Pembimbing I



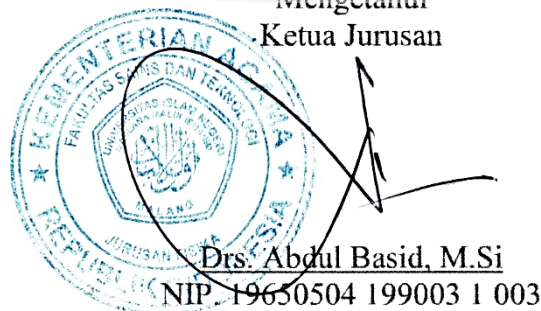
Dr. Imam Tazi, M.Si
NIP. 19740730 200312 1 002

Pembimbing II



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

Mengetahui
Ketua Jurusan



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

HALAMAN PENGESAHAN





PENGARUH SUHU PADA *CHAMBER VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS* (DAGING SAPI DAN BABI) BERBASIS ELECTRONIC NOSE DENGAN MENGGUNAKAN METODE *LINEAR DISCRIMINANT ANALYSIS* (LDA)

SKRIPSI

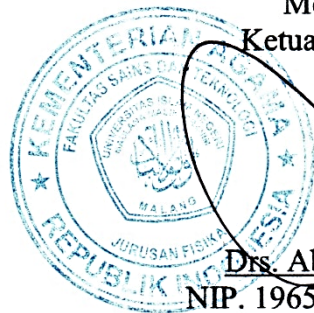
Oleh:

Moh. Nadhif Muttaqin
NIM. 12640043

Telah Dipertahankan didepan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 19 November 2018

Penguji Utama	: <u>Farid Samsu Hananto, S.Si, M.T</u> NIP. 19740513 200312 1 001	
Ketua Penguji	: <u>Muthmainnah, M.Si</u> NIDT.1986032 20160801 2 074	
Sekretaris Penguji	: <u>Dr. Imam Tazi, M.Si</u> NIP. 19740730 200312 1 002	
Anggota Penguji	: <u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Moh. Nadhif Muttaqin

NIM : 12640043

Jurusan : Fisika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Suhu Pada *Chamber Volatile Organic Compounds* (Daging Sapi Dan Babi) Berbasis Electronic Nose Dengan Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk mempertanggung jawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 22 Maret 2018
Yang Membuat Pernyataan,



Moh. Nadhif Muttaqin
NIM. 12640043

MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Jika kamu ingin hidup bahagia, terikatlah pada tujuan, bukan orang atau benda.

Albert Einstein

Terlalu memperdulikan apa yang orang pikirkan dan kau akan selalu jadi tahanan mereka.

Lao Tzu

Ketika kamu merasa sendirian, ingatkan dirimu bahwa Tuhan sedang menjauhkan mereka agar hanya ada kau dan Tuhan.

Rumi

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim..

Alhamdulillah, Segala puji dan syukur kuhaturkan kepada sang pencipta, sang pengatur dan sang pemelihara alam semesta, Allah SWT. Atas Rahman dan Rahimnya yang telah memberi kehidupan pada alam semesta. Memberi kedamaian pada setiap hambanya.

Dengan kerendahan hati yang tulus, bersama dengan Ridhomu yaa Robbi, kupersembahkan karya ini untuk:

“yang termulia dalam hidupku, Ibunda Hariasih dan Ayahanda Abd.Kholiq. Atas doa dan air mata kalian aku mampu untuk berjuang dan menulis karya tulis ini.

Atas usaha dan pengorbanan kau berikan masa depan dihadapanku. Atas ridhomu aku mampu mencapai masa depan itu. Terimakasih atas segalanya yang telah kalian korbankan untukku.”

“Adik-adikku, Nadhifatul Fitriyah dan Khoirotul Aulia. Kalian adalah penyemangatku dalam menyelesaikan karya ini. Setiap canda yang kalian ciptakan telah mengobarkan semangatku. Dan setiap senyum kalian adalah tuntunanku untuk tetap berusaha menjaga senyum itu pada wajah manis kalian.

Terimakasih atas candaan dan semangat yang selalu kalian berikan..”

“Sang pelita ilmu, Guru-guru dan Dosen-dosenku,Dr. Imam Tazi, M.Si, Farid Samsu H, M.Si, Drs. H. Moh. Tirono, M.Si, Erna Hastuti, M.Si, Erika Rani, M.Si dan dosen-dosen Fisika Universitas Islam Negeri Malang yang lain. Jasa dan ilmu yang telah kalian berikan telah memberikan sumbangsi besar dalam penyusunan karya tulis ini. Terima kasih telah memberiku ilmu dan semoga ilmu ini menjadi amalan yang kelak menemanimu disurga”

“A miftahul erfani, Ja'far Shodiq, Nizara, Anis, Afika, Zulfi, Misbah, Chaidar, Aul, Teman-temanku di Fisika ELINS (Elektronika Instrumentasi) dan Fisika 2012

*Universitas Islam Negeri Malang, terimakasih atas masukan dan saran kalian.
Karya tulis ini tidak akan terselesaikan tanpa pemikiran kalian juga.”*

*“Sahabatku, Makbul, Syaiful, Fakhrol Asyari, Rohmat, Fatin, huuda, Pendra dan
Farihul*

*“Seluruh anggota Gaspro Mas Gon (Mabruri), Imam, Shobah, Ilham (Genjor),
Temem, Alfin, Nasihin, Andika terimakasih atas semangat yang selalu kalian
beri”*



KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillahirobbil'alamiin, puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT. Yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta kasih sayangnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul “Pengaruh Suhu Pada *Chamber Volatile Organic Compounds* (Daging Sapi Dan Babi) Berbasis Electronic Nose Dengan Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA)” ini. Tidak lupa pula sholawat serta salam penulis panjatkan kepada Rasulullah Muhammad SAW, yang telah menuntun manusia dari zaman jahiliyah menuju zaman yang terang benderang, yang penuh dengan ilmu pengetahuan luar biasa saat ini.

Dengan ini penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak akan tersusun dengan baik tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak yang terkait. Oleh karena itu, pada kesempatan ini tidak lupa juga penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam kegiatan penelitian maupun dalam penyusunan penulisan skripsi ini.

Ucapan terima kasih yang sebesar-sebesarnya penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Abdul Haris M.Ag selaku rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang selalu memberikan pengetahuan dan pengalaman yang berharga.
2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku ketua jurusan Fisika. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Imam Tazi, M.Si Selaku Dosen pembimbing skripsi ini yang memberikan banyak kesabaran, waktu dan ilmu dalam membimbing penulis agar skripsi ini tersusun dengan baik dan benar.
5. Drs. Abdul Basid, M.Si selaku dosen pembimbing agama, yang bersedia meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan bidang integrasi Sains dan al-Quran serta Hadits.

6. Segenap Dosen, Laboran, dan Admin Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan dan pengajaran.
7. Kedua orang tua, dan keluarga yang selalu mendoakan serta memberi dukungan yang berharga.
8. Teman-teman fisika angkatan 2012, teman-teman Elektronika Instrumentasi yang selalu memberikan dukungan.
9. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung memberikan motivasi dalam penulisan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis sangat menyadari masih ada banyak kekurangan dan kekeliruan dikarenakan keterbatasan kemampuan. Dengan kerendahan hati, segala kritik dan saran yang bersifat membangun sangat penulis harapkan untuk kesempurnaan skripsi ini. Akhir kata, semoga skripsi ini dapat menambah khasanah pustaka dan bermanfaat bagi orang lain.

Malang, 22 Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Electronic Nose</i> (E-Nose atau EN).....	7
2.2 Rasa Daging dan Aroma Daging	9
2.3 Kandungan Daging	11
2.4 Sensor	12
2.5 Sensor Gas	15
2.6 Sensor Suhu LM35	17
2.7 Cara Kerja Sensor Suhu Lm35	17
2.8 Arduino	18
2.8.1 Arduino Uno	20
2.8.2 Arduino Mega 2560.....	21
2.9 Elemen Pemanas	22
2.10 Akuisisi Data	23
2.11 NI LabVIEW 2014	25
2.12 <i>Linear Discriminant Analysis</i> (LDA).....	26
BAB III METODE PENELITIAN	30
3.1 Jenis Penelitian	30
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	30
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	30
3.3.1 Alat	30
3.3.2 Bahan Penelitian	31
3.4 Rancangan Penelitian.....	32
3.5 Tahap dan Alur Penelitian	33
3.5.1 Studi Pustaka	33
3.5.2 Studi Hardware (Heated Oven) Column.....	33
3.5.3 Studi <i>Hardware</i> (Sistem Array Sensor Gas)	34

3.5.4 Preparasi Sampel	36
3.5.5 Pengambilan Data.....	36
3.5.6 Praprosesing dan Pengolahan Data.....	37
3.5.7 Analisa Data.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Pembuatan Alat Pemanas Column	40
4.1.1 Hardware Pemanas	40
4.1.2 <i>Software Heated Oven Column Chamber</i>	41
4.2 Data Hasil Pengujian Hidung Elektronik	42
4.2.1 Respon Hidung Elektronik Terhadap Sampel Daging Sapi Menggunakan Suhu Pada <i>Chamber Volatil Organic Compounds</i>	42
4.2.2 Praprosesing Pengolahan Data LDA	44
4.2.3 Hasil Pengolahan Data dengan LDA	48
4.3 Pembahasan	56
4.4 Kajian Integrasi Daging Babi Dan Daging Sapi Dengan Hidung Elektronik	64
BAB V PENUTUP.....	66
5.1 Kesimpulan	66
5.1 Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Bentuk fisik sensor suhu lm35 (Rafiuddin, 2013)	17
Gambar 2.2	Rangkaian dasar sensor suhu lm35 (Rafiuddin, 2013).....	17
Gambar 2.3	Blok diagram arduino board (Simanjuntak, 2012).....	18
Gambar 2.4	<i>Board</i> Arduino Uno (Simanjuntak, 2012).....	20
Gambar 2.5	Arduino Mega 2560 (www.arduino.cc)	21
Gambar 2.6	<i>Electrical Heating Element</i> (elemen pemanas listrik).....	23
Gambar 2.7	Diagram fungsional data akuisisi PC(Park dan Mackay, 2003)....	25
Gambar 2.8	NI LabVIEW (National Instruments, 2001).....	26
Gambar 3.1	Rancangan Penelitian	32
Gambar 3.2	Sistem dari <i>hardware chamber</i> pemanas	33
Gambar 3.3	Sistem <i>hardware array</i> sensor gas	34
Gambar 3.4	Diagram pengambilan data bau daging	37
Gambar 3.5	Diagram praprosesing dan pengolahan data.....	38
Gambar 4.1	Heated oven column chamber	40
Gambar 4.2	Inisialisasi pada arduino dan PC	41
Gambar 4.3	Tampilan Front Panel	42
Gambar 4.4	Respon hidung elektronik terhadap daging sapi	43
Gambar 4.5	Respon hidung elektronik terhadap daging babi	44
Gambar 4.6	<i>Scatter-plot</i> normalitas multivariat daging sapi	45
Gambar 4.7	<i>Scatter-plot</i> normalitas multivariat daging babi.....	47
Gambar 4.8	Klasifikasi data sapi pada suhu 40°C	56
Gambar 4.9	Klasifikasi data sapi pada suhu 50°C	56
Gambar 4.10	Klasifikasi data sapi pada suhu 60°C	57
Gambar 4.11	Klasifikasi data sapi pada suhu 70°C	57
Gambar 4.12	Klasifikasi data sapi pada suhu 80°C	58
Gambar 4.13	Klasifikasi data hidung elektronik pada sampel daging sapi dengan pemanasan sampel 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C.....	59
Gambar 4.14	Klasifikasi data babi pada suhu 60°C	60
Gambar 4.15	Klasifikasi data sapi pada suhu 70°C	61
Gambar 4.16	Klasifikasi data sapi pada suhu 80°C	61
Gambar 4.17	Klasifikasi data hidung elektronik pada sampel daging babi dengan pemanasan sampel 60°C, 70°C, 80°C.....	62
Gambar 4.18	Klasifikasi data babi dan sapi menggunakan hidung elektronik ...	63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rasa dan aroma dengan senyawa volatil dalam daging sapi (Brewer, 2006).....	10
Tabel 2.2	Jenis-jenis dan Tipe Sensor Gas (Schiffman,dkk., 2003).....	15
Tabel 2.3	Spesifikasi Arduino Uno (Simanjuntak, 2012).....	20
Tabel 2.4	Spesifikasi Arduino Mega 2560.....	22
Tabel 3.1	Data hasil pengujian daging babi.....	38
Tabel 3.2	Data hasil pengujian daging sapi.....	39
Tabel 4.1	Hasil Uji <i>Correlation</i>	45
Tabel 4.2	Hasil Uji <i>Correlation</i>	47
Table 4.3	Test Result Uji Box's M.....	48
Tabel 4.4	<i>Tests of Equality of Group Means</i>	49
Tabel 4.5	<i>Eigenvalues</i>	50
Tabel 4.6	<i>Wilks' Lambda</i>	51
Tabel 4.7	<i>Classification Results^{a,c}</i>	51
Tabel 4.8	<i>Tests of Equality of Group Means</i>	52
Tabel 4.9	<i>Eigen values</i>	54
Tabel 4.10	<i>Wilks' Lambda</i>	54
Tabel 4.11	<i>Classification Results^{a,c}</i>	55

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Foto Penelitian
- Lampiran 2 Data Hasil Penelitian
- Lampiran 3 Grafik Respon Array Sensor
- Lampiran 4 Grafik *Residual Plots*
- Lampiran 5 Bukti Konsultasi Skripsi



ABSTRAK

Muttaqin, Moh Nadhif. 2018. **Pengaruh Suhu Pada *Chamber Volatile Organic Compounds* (Daging Sapi Dan Daging Babi) Berbasis *Electronic Nose* Dengan Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA)**. Skripsi. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr. Imam Tazi, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Kata Kunci: Daging Sapi, Daging Babi, Hidung Elektronik, *Linear Diskriminant Analysis* (LDA), Suhu.

Hidung elektronik mempunyai cara kerja yang hampir sama dengan hidung manusia yaitu menghirup dan mengeluarkan udara, untuk penelitian kali ini digunakan *chamber volatile organic compounds* pada hidung elektronik dengan variasi suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C pada sampel daging sapi dan daging babi menggunakan metode *linear discriminant analysis* (LDA). *Chamber volatile organic compounds* ini terbuat dari pipa tembaga kemudian diberi pemanas yang dapat diatur suhunya. Hasil pengolahan data LDA menggunakan metode *stepwise* untuk menyeleksi *variable discriminator* yang memiliki kontribusi dalam prediksi pada model fungsi *discriminant*. Berdasarkan fungsi *discriminant* ke-1 dengan nilai varian 99.8% pada daging sapi dan daging babi dapat membedakan dan mengklasifikasi daging sapi dan daging babi pada suhu chamber 60°C dan 70°C.

ABSTRACT

Muttaqin, Moh Nadhif. 2018. **Effect of Temperature on Volatile Organic Compounds (Beef and Pork) Based on Nose Electronics Using the Linear Discriminant Analysis Method (LDA)**. Thesis. Physics Department, Faculty of Science and Technology, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisor: (I) Dr. Imam Tazi, M.Si (II) Drs. Abdul Basid, M.Si

Keyword: Beef, Pork, Electronic Nose, Linear Discriminant Analysis (LDA), Temperature.

Electronic nose has a way of working that is almost the same as the human nose which is inhaling and expelling air. This research uses a volatile organic compounds with temperature variations 40°C, 50°C, 60°C, 70°C, 80°C These chambers of volatile organic compounds are made of copper pipes and then heated which can be regulated. The LDA data processing classification uses a stepwise method to get the characteristics of the sensor and the sample used is beef and pork weighing 100 gr each. Measuring beef samples using this tool the first discriminant function value (FD 1) is 99.2% and (FD 2) of 0.8%. Measurement of pork obtained by the discriminant function first (FD 1) of 81.4% and (FD 2) of 18.6%. Measurement of mixed samples between beef and pork at a temperature of 60°C, 70°C, the discriminant value (FD 1) of 99.8% and (FD 2) of 0.2% was obtained. Based on the discriminant function in beef and pork can distinguish and classify beef and pork.

البحث ملخص

متقين ، محمد نظف. 2018. تأثير درجة الحرارة على المركبات العضوية المتطايرة على أساس إلكتروني (لحم البقر ولحم الخنزير) باستخدام الطريقة *Linear Discriminant Analysis (LDA)*. البحث الجامعي. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك الإسلامية الحكومية مالانج. الاشراف: (الاول) الدكتور إمام تازي ، الماجستير (الثاني) عبد الباسد ، الماجستير

الكلمات الرئيسية: لحم البقر ، لحم الخنزير ، الأنف الإلكتروني ، تحليل التمييز الخطي (LDA) ، درجة الحرارة.

يعمل الأنف الإلكتروني بطريقة عمل تقريبًا مثل الأنف البشري الذي يستنشق الهواء ويطرده. يستخدم هذا البحث غرفة مركبات عضوية متطايرة مع تغيرات درجة حرارة 40°C , 50°C , 60°C , 70°C , 80°C . هذه الغرف من المركبات العضوية المتطايرة مصنوعة من أنابيب النحاس ثم تسخن والتي يمكن تنظيمها تصنيف معالجة بيانات LDA باستخدام الطريقة *stepwise* للحصول على خصائص جهاز الاستشعار والعينة المستخدمة هي لحم البقر ولحم الخنزير مع كل الوزن 100 غرام. في قياس عينات لحم البقر باستخدام هذه الأداة يتم الحصول على قيمة الدالة التمييزية الأولى (FD 1) بحجم كبير 99.2% و (FD 2) بحجم كبير 0.8% في قياس لحم الخنزير يتم الحصول على وظيفة التمييز الأولى (FD 1) بحجم كبير 81.4% و (FD 2) بحجم كبير 18.6%. على قياس العينات المختلطة بين لحم البقر ولحم الخنزير في درجة الحرارة 60°C , 70°C حصلت على القيم التمييزية (FD 1) بحجم كبير 99.8% و (FD 2) بحجم كبير 0.2% استنادا إلى وظيفة التمييز في لحم البقر ولحم الخنزير يمكن التمييز بين وتصنيف لحوم البقر ولحم الخنزير

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daging merupakan salah satu makanan yang paling sering dimakan sebagai sumber protein. Terdapat banyak jenis daging dari hewan yang paling umum (seperti hewan ternak dan unggas) sampai hewan yang hanya dimakan di daerah tertentu (seperti unta, kuda, burung unta, dan binatang liar lainnya) (*Food and Agricultural Organization of the United Nations*, 2009a).

Daging sapi merupakan salah satu sumber protein hewani yang sangat potensial untuk pemenuhan kebutuhan protein, karena mempunyai kandungan nilai gizi yang tinggi dan asam amino esensial yang lengkap bagi tubuh. Pada bahan pangan hewan, daging memenuhi syarat sebagai pangan yang bergizi tinggi. Hal ini berkaitan dengan peranan bahan pangan hewani sebagai sumber protein (Soeparno, 1992)

Meningkatnya kebutuhan konsumsi protein hewani, khususnya daging tidak luput dari beragam masalah, diantaranya ketersediaan daging sapi dan kekhawatiran adanya kandungan babi sebagai bahan baku dalam produk olahan ataupun sebagai pengganti daging sapi. Kelangkaan daging sapi di masyarakat menyebabkan semakin tingginya harga daging sapi. Kelangkaan dan mahal nya daging sapi dimanfaatkan beberapa orang untuk memalsukan daging sapi.

Para pemalsu daging memalsukan daging sapi dengan daging babi karena harga daging babi yang relatif lebih murah. Selain itu, daging babi mudah dipalsukan menjadi daging sapi dengan menyiramkan darah sapi segar pada daging

babi. Daging babi warna merah pucat, mempunyai serat daging halus dan lemaknya berwarna putih (Sudarisman dan Elvina, 1996). Bagi penjual yang terbiasa dengan daging dan masyarakat yang teliti, mereka dapat membedakan daging sapi dan daging babi yang masih mentah melalui warna, tekstur, dan seratnya. Namun bagi masyarakat awam, terlebih jika daging babi sudah dimanipulasi menyerupai daging sapi, mereka akan sulit membedakannya.

Dalam Al-Qur'an surat Al-Maidah ayat 3 Allah Swt Berfirman:

حُرِّمَتْ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةُ وَالْدَّمُ وَلَحْمُ الْخِنْزِيرِ وَمَا أَهْلُ لَغَيْرِ اللَّهِ بِهِ

“Diharamkan bagimu (memakan) bangkai, darah, daging babi, daging hewan yang disembelih atas nama selain Allah.” (Q.S. Al-Maidah : 3).

Dalam Agama Islam, keharaman daging babi disebutkan dalam Al Qur'an sebanyak 4 kali yaitu dalam QS. Al-Baqarah (2): 173, QS. Al-Ma'idah (5): 3, QS. al-An'am (6): 145, QS. An-Nahl (16): 115. Hal ini menyatakan betapa Agama Islam sangat menekankan keharaman dari konsumsi daging babi.

Secara ilmiah daging babi telah diteliti oleh beberapa ahli. Daging babi mengandung bahan-bahan yang berbahaya dan berdampak buruk bagi manusia. Salah satu penelitian yang mengkaji bahaya dari daging babi yaitu penelitian yang dilakukan oleh Donoghue (2008), yang menyatakan bahwa dari 21.000 sampel daging babi mentah dan produk daging babi mentah yang diuji selama tahun 2003-2004 di Republik Irlandia, terdeteksi bakteri *Salmonella* sebesar 2,1 persen. Salah satu *strain* tertentu yang paling umum yaitu *Salmonella typhimurium*.

Terdapat beberapa cara untuk mengetahui perbedaan antara daging babi dan daging sapi, diantaranya pengujian sensoris dan analisis kimia. Uji sensoris

menggunakan tester manusia untuk pengujian rasa daging. Akan tetapi, hasil yang diperoleh dengan menggunakan tester manusia ini cenderung subyektif bergantung pada kondisi psikologis dan perbedaan persepsi masing-masing individu. Selain itu, daging yang akan dibedakan adalah daging mentah dan seperti yang disebutkan sebelumnya tentang keharaman dan buruknya konsumsi daging babi sehingga tester manusia tidak disarankan untuk membedakan daging sapi dan babi. Cara lain yang dapat dilakukan yaitu pengujian sifat kimiawi pada daging babi dan sapi menggunakan metode Kromatografi gas-spektrometer massa (GC-MS) dan metode FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*). Namun, kedua metode tersebut membutuhkan waktu preparasi pada sampel yang cukup lama dan membutuhkan biaya yang cukup mahal (Zhang, dkk). Sebuah matriks sensor dibangun dengan beberapa sensor gas yang terpisah, dan tes dilakukan untuk mendeteksi kesegaran daging sapi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor gas TGS2610, TGS2600, TGS2611, TGS2620 dan TGS2602 dibuat oleh Tianjin Figaro Elektronik Co, Ltd dapat digunakan untuk menentukan tingkat kesegaran tetapi untuk TGS2442 tidak cocok karena jenis tersebut memiliki reaksi kuat untuk daging sapi busuk. Hubungan antara output dari beberapa sensor dan waktu penyimpanan daging sapi adalah linier, tetapi pembusukan daging sapi tidak dapat terdeteksi dengan jelas. Sebuah matriks sensor dirakit dari sensor yang bereaksi secara berbeda terhadap kesegaran daging sapi mampu meningkatkan keandalan dan sensitivitas deteksi.

Dalam beberapa dekade terakhir teknologi deteksi dan klasifikasi aroma atau yang lebih dikenal dengan hidung elektronik berkembang pesat. Pesatnya perkembangan hidung elektronik disebabkan karena aplikasinya yang luas dan

aman, biayanya yang relatif murah serta cepatnya hasil deteksi yang diperoleh. Cara kerja hidung elektronik meniru indera penciuman manusia. Dari beberapa sensor yang digunakan dalam hidung elektronik dapat mendeteksi gas VOC. VOC atau *Volatile Organic Compounds* adalah senyawa organik yang memiliki sifat mudah menguap. Mudahnya senyawa ini untuk menguap pada akhirnya akan menyebabkan lingkungan udara di sekitar bahan yang mengandung senyawa tersebut bersifat toksik karena senyawa VOC memang memiliki sifat tersebut.

Oleh karena itu, masing-masing sensor harus memberikan tanggapan terhadap lebih dari satu senyawa. Sebagai contoh, sensor gas MQ-138 yang bisa merespon *Volatile Organic Compounds* (VOCs/Aldehyde, Ketone, Alkanolate, Alkanol, Ester, Eter), Propane, Benzene, N-Hexane, Alkohol, Methane, NH₃, CO. Jika 10 sensor yang digunakan memiliki kemampuan merespon gas yang berbeda, maka sensitivitas sistem *hardware* akan semakin baik (Isnaini, 2015).

Berdasarkan natale, dkk dari hasil penelitiannya menjelaskan bahwa berbagai zat memainkan peran kunci dalam analisis makanan itu sendiri, sifat penginderaan bahan (dalam hal sensitivitas dan selektivitas) dapat memanfaatkan aplikasi hidung elektronik untuk analaisis berbagai jenis makanan. Fleksibilitas dari sistem ini telah berhasil diuji pada berbagai jenis makanan, seperti ikan, daging, sayuran dan anggur untuk hasil yang akan ditampilkan (Natale, dkk. 2001).

LDA bekerja berdasarkan analisa matrik penyebaran (*scatter matrix analysis*) yang bertujuan menemukan suatu proyeksi optimal sehingga dapat memproyeksikan data *input* pada ruang dengan dimensi yang lebih kecil dimana semua pola (*pattern*) dapat dipisahkan semaksimal mungkin (Dian, 2015).

Analisis Diskriminan Linier (LDA) dapat digunakan sebagai metode klasifikasi maupun mereduksi dimensi pada sebuah set data. Tujuan utama dari analisis diskriminan untuk memperoleh kaidah matematis yang dikenal dengan fungsi diskriminan yang dapat digunakan untuk memisahkan kelompok obyek yang berbeda (Dian, 2015).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh suhu pada *chamber heated oven* sampel terhadap pendeteksian klasifikasi daging sapi dan daging babi dengan menggunakan *e-nose*?
2. Bagaimana pola respon *array* sensor gas menggunakan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) untuk mengklasifikasikan daging sapi dan daging babi dengan modifikasi suhu pada *chamber volatil organic compound*?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Dapat mengetahui pengaruh suhu pada *chamber heated oven* sampel terhadap hasil klasifikasi daging sapi dan daging babi dengan menggunakan *e-nose*
2. Dapat mengetahui pola respon *array* sensor gas menggunakan metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA) untuk mengklasifikasikan daging sapi dan daging babi dengan modifikasi suhu pada *chamber volatil organic compound*

1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat membedakan daging sapi dan daging babi tanpa mengkonsumsinya hanya dengan membau atau aromanya.

2. Dapat membedakan pola rasa daging sapi dan daging babi menggunakan *array* sensor gas.
3. Dapat memberikan informasi mengenai perkembangan aplikasi dari hidung elektronik.

1.5 Batasan Penelitian

1. Daging yang digunakan yaitu daging sapi dan daging babi pada bagian yang sering dikonsumsi.
2. Penelitian ini berfokus pada monitoring suhu (pemanas) pada sampel.
3. Untuk daging sapi dan daging babi yang digunakan kita asumsikan daging ternak dengan konsumsi yang teratur.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Electronic Nose (E-Nose atau EN)*

Dalam beberapa dekade terakhir teknologi deteksi dan klasifikasi aroma atau yang lebih dikenal dengan hidung elektronik berkembang pesat. Pesatnya perkembangan hidung elektronik disebabkan karena aplikasinya yang luas dan aman, biayanya yang relatif murah serta cepatnya hasil deteksi yang diperoleh. Cara kerja hidung elektronik meniru indera penciuman manusia. Sistem indera penciuman manusia dibagi menjadi tiga lapisan yaitu: (1) Lapisan sel penciuman sekitar satu milyar sel, (2) Vesikel penciuman berfungsi untuk mengatur, menguatkan dan mengendalikan pesan dari sel penciuman, dan (3) Pusat penciuman di otak yang bertanggung jawab mendefinisikan sinyal dan mengklasifikasi jenis aroma yang tercium. Berdasarkan sistem indera penciuman manusia inilah hidung elektronik dibuat (Chi dan Huang, 2008).

Pada prinsipnya, hidung elektronik hanya terdiri dari larik sensor, konverter sensor-sinyal, dan perangkat lunak untuk analisis (Hodgins dan Simmonds, 1995). Namun, di hidung manusia ada sekitar 10.000 sensor yang memberikan informasi ke otak di mana dilakukan analisis kompleks dan tercapainya kesimpulan sederhana. Hidung manusia mencoba tidak untuk memecah aroma menjadi konstituen yang berbeda atau untuk mengukur aroma tersebut (Fenner dan Stuetz, 1999). Teknologi EN didasarkan pada absorpsi dan desorpsi bahan-bahan kimia volatil menjadi sebuah matriks sensor. Elemen-elemen sensor mendeteksi

perubahan resistansi listrik ketika berinteraksi dengan gas yang memiliki bau dan aroma yang bervariasi (Wu dan Zou, 2000).

Hidung elektronik dikembangkan dengan karakteristik yang sama yang murah, cepat, dan perangkat portabel yang mampu mengukur campuran kompleks dari senyawa volatil. Realisasi hidung elektronik dimungkinkan dengan menggunakan penciuman manusia sistem sebagai paradigma. Sebagai teknologi ini menjadi lebih murah dan lebih mudah diakses, kemungkinan potensi digunakan dalam penelitian medis dan klinis juga meningkat. Bagian utama dari hidung elektronik adalah *array* sensor kimia non-spesifik. Output sensor *array* yang merangsang analit bau menghasilkan karakteristik respon dan pola. Sensor E-Nose yang terbuat dari kompilasi teknologi, juga dicatat bahwa dalam setiap kasus properti fisik tertentu diukur dan satu set sinyal dihasilkan. Tahap terakhir adalah pengenalan pola (PARC) proses dan itu juga mirip dengan penciuman biologi, di mana jenis sensor merespon lebih dari satu bau dan satu jenis bau mengaktifkan lebih dari satu sensor. Jadi set ini proses kolektif, sensor diaktifkan dan sinyal mereka ciri bau (kadang-kadang disebut sebagai sidik jari bau). Oleh karena itu, perbedaan penting antara E-Nose dan analit detektor seperti gas *chromatographs* adalah proses pemisahan campuran menjadi komponen-komponennya dengan menggunakan gas sebagai fase bergerak yang melewati suatu lapisan serapan (sorben) yang diam. Seluruh bentuk kromatografi terdiri dari fase diam dan fase gerak sedangkan hidung elektronik dapat digunakan untuk mengidentifikasi secara keseluruhan campuran dari komponen yang bersama-sama membentuk bau (H. K. Patel, 2014).

Dua komponen utama dari sebuah hidung elektronik (*E-Nose*) adalah sistem penginderaan otomatis dan sistem pengenalan pola. Sistem penginderaan dapat berupa susunan beberapa elemen penginderaan yang berbeda atau satu perangkat atau kombinasi keduanya. Senyawa organik volatil (VOC) yang disajikan kepada sensor array akan menghasilkan sebuah tanda atau pola yang merupakan karakteristik dari uap. Dengan menggunakan banyak bahan kimia yang berbeda untuk array sensor, dapat membangun sebuah database. Analisis data dan pola pada khususnya *processing based on pattern recognition* (PARC) juga bagian mendasar dari sistem sensor array. Berbagai metode *processing based on pattern recognition* (PARC) tersedia dapat dikategorikan dalam tiga kelas. Pemilihan Metode tergantung pada data yang tersedia dan jenis hasil yang diperlukan. Cara kedua menganalisis sinyal *E-Nose* adalah dengan cara analisis multivariat yang bertujuan untuk mengklasifikasikan sampel subyek (atau benda) atas dasar satu set variabel yang diukur menjadi beberapa kelompok yang berbeda sehingga subyek yang sama ditempatkan dalam kelompok yang sama (Berna, 2010).

2.2 Rasa Daging dan Aroma Daging

Daging mentah memiliki sedikit aroma dan memiliki rasa seperti darah. Namun, itu adalah pusat senyawa yang berfungsi sebagai aroma dan prekursor rasa. Pemanasan asam lemak tak jenuh menginduksi oksidasi menghasilkan hidroperoksida menengah yang terurai melalui mekanisme radikal bebas akhirnya menghasilkan aldehida, alkohol tak jenuh, keton dan lakton, yang memiliki deteksi ambang relatif rendah. Khususnya aldehida yang memiliki lemak dan bau lemak.

Karbohidrat menimbulkan furan yang bereaksi dengan sulfur yang mengandung asam amino sistein untuk menghasilkan aroma daging panggang (Brewer, 2006).

Rasa pada daging merupakan kombinasi dari 5 rasa dasar (manis, asam, pahit, asin, dan umami) yang berasal dari senyawa yang larut dalam air dengan komposisi yang berbeda. Rasa pada daging umumnya yang berkembang selama pemanasan. Ketika zat yang larut dalam air yang berasal dari prekursor senyawa larut dalam air liur, ia mengikat rasa dan merangsang respon yang dirasakan di otak (Brewer, 2006).

Beragam volatil dari *flavor*-aktif yang terjadi pada daging sapi antara lain asam, alkohol, aldehida, senyawa aromatik, *ester*, *eter*, *furan*, *hidrokarbon*, *keton*, *lakton*, *pirazin*, *piridina*, *pyrrole*, *sulfida*, *thiazole*, *thiophenes*. Hubungan antara beberapa volatil lebih sering terjadi pada daging sapi dan rasa masing-masing yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 (Brewer, 2006).

Tabel 2.1 Rasa dan aroma dengan senyawa volatil dalam daging sapi (Brewer, 2006).

Compounds	Taste, Aroma	Compounds	Taste, Aroma
Pentanal		1-Octene-3-ol	Mushroom
Hexanal	Green, grassy, fatty	2-methyl-3-[methylthio]furan	Meaty, sweet, sulfurous
Heptanal	Green, fatty, oily	4-hydroxy-5-methyl-3(2H)-furanone (HMF)	Meaty
Nonanal	Soapy	Methylpyrazine, 2,5- (and 2,6-) dimethylpyrazine	Roasted, nutty, Pyrazines Nutty, cracker-like, bell pepper
Methional	Cooked potato	Amino acids: glycine, alanine, lysine, cysteine, methionine, glutamine, succinic	Sweet

12-methyltridecanal	Beefy	Organic acids: lactic, inosinic, ortho-phosphoric, and pyrrolidone carboxylic	Sweet
Nona-2(E)-enal	Tallowy, fatty	Sugars: glucose, fructose, ribose	Sweet
Deca-2(E), 4(E)-dienal	Fatty, fried potato	Amino acids: aspartic acid, histidine, asparagines	Sour
Butanoic Acid	Rancid	Organic acids: succinic, lactic, inosinic, ortho-phosphoric, pyrrolidone carboxylic	
Hexanoic Acid	Sweaty	Hypoxanthine, anserine, carnosine	
Delta-nonalactone	Sweet, dairy, or waxy notes	Amino acids: arginine, leucine, tryptophan	Bitter
Decan-2-one	Musty, fruity	Monosodium glutamate (MSG), inosine and guanosine monophosphate (IMP,GMP)	Savory, brothy, beefy
3-Hydroxy-2-butanone	Buttery	Bis(2-methyl-3-furyl) disulfide	
2,3-Octanedione	Warmed over flavor, lipid oxidation	2-methyl-3-furanthiol	
2-Pentyl furan	Metallic, green, earthy, beany		

2.3 Kandungan Daging

Daging terdiri dari air, protein, lipid, karbohidrat, mineral dan vitamin. Dari jumlah tersebut, protein, lipid, mineral dan karbohidrat memainkan peran utama dalam pengembangan rasa karena mereka termasuk banyak senyawa yang mampu berkembang menjadi prekursor rasa penting ketika dipanaskan. Senyawa yang menimbulkan berbagai rasa yang memiliki ambang persepsi yang berbeda (Brewer, 2006).

Rasa manis pada daging berasal dari gula, asam amino dan asam organik. rasa asam berasal dari asam amino yang bergabung dengan asam-asam organik. Garam anorganik dan garam sodium dari glutamat membentuk rasa asin. Rasa pahit kemungkinan terbentuk dari *hypoxanthine*, *anserine* dan *carosine* seperti beberapa asam amino (MacLeod, 1994).

Umami adalah rasa yang dideskripsikan sebagai lezat, gurih (kaldu). Hal ini dihasilkan dari komponen potensial rasa seperti MSG (*monosodium glutamate*), IMP (*5-nucleotides, 5'-inosine monophosphate*) and GMP (*5'-guanosine monophosphate*). Lapisan-lapisan rasa umami mengizinkan persepsi perbedaan rasa terjadi pada waktu yang berbeda, lapisan-lapisan tersebut kemudian berkombinasi untuk membentuk rasa (Marcus, 2005). Delapan asam amino BMP (*Beefy Meaty Peptide*), yaitu: Lys-Gly-Asp-Glu-Glu-Ser-Leu-Ala memperlihatkan karakteristik rasa umami. Peptida ini dapat ditemukan pada daging dan mempunyai kandungan rasa seperti MSG tanpa terasa penambahan keasinan (Spanier et al, 1992).

2.4 Sensor

Sensor adalah elemen sistem yang secara efektif berhubungan dengan proses dimana suatu variabel sedang diukur dan menghasilkan suatu keluaran dalam bentuk tertentu tergantung pada variabel masukannya, sebagai contoh adalah sensor termokopel yang memiliki masukan berupa temperatur serta keluaran berupa gaya gerak listrik (GGL) yang kecil. GGL yang kecil ini oleh bagian sistem pengukuran yang lain dapat diperkuat sehingga diperoleh pembacaan pada alat ukur (Rafiuddin, 2013).

Semua sensor adalah sebuah pengubah energi. Tidak masalah apa saja yang akan diukur, selalu dapat terjadi transfer energi dari objek yang akan diukur ke sensor. Proses *sensing* adalah peristiwa tertentu dari transfer informasi, semua transmisi informasi membutuhkan energi transfer. Satu yang harusnya tidak dibingungkan oleh fakta nyata transmisi energi dapat berjalan dalam dua jalan, transmisi energi dapat terjadi dalam bentuk sinyal positif secara baik dan dalam bentuk sinyal negatif. Energi dapat mengalir dari salah satu dari keduanya, dari objek yang akan diukur ke sensor atau sebaliknya. Sebagai contoh, Sensor radiasi *thermopile* inframerah akan memproduksi voltase positif ketika objek yang diukur lebih hangat dari sensor (*fluks* inframerah mengalir dari objek ke sensor) atau negatif voltase ketika sensor lebih hangat dari objek yang diukur (*flux* inframerah mengalir dari sensor ke objek yang diukur). Ketika keduanya dalam temperatur yang sama maka flux inframerah akan bernilai nol dan voltase keluaran akan nol juga, namun hal ini membawa informasi bahwa temperatur keduanya sama (Fraden, 2010).

Istilah sensor seharusnya dibedakan dengan istilah transduser. Sensor adalah penkonversi semua tipe energi menjadi energi lain, penkonversi semua tipe energi ke dalam bentuk energi listrik. Sebagai contoh dari transduser adalah *loudspeaker*, yang menkonversi sinyal listrik menjadi variabel medan magnet setelah itu mengubahnya ke dalam bentuk gelombang akustik. Pada hal tersebut transduser tidak terjadi peristiwa sensing. Transduser mungkin digunakan sebagai aktuator dalam berbagai sistem. Sebuah aktuator mungkin dideskripsikan sebagai lawan dari sensor, aktuator mengonversi sinyal listrik menjadi bentuk

energi non listrik. Sebagai contoh, motor listrik adalah aktuator yang mengonversi energi listrik menjadi energi mekanik aksi. Contoh lain adalah aktuator *pneumatic* yang di kendalikan oleh sinyal listrik (Fraden, 2010).

Sistem sensor pada umumnya terdiri dari tiga bagian besar yang terpisah yaitu sensor, *signal conditioning* dan data akuisisi. Sistem sensor ini berkembang menjadi sistem sensor yang terintegrasi dimana sensor dan *signal conditioning* digabungkan pada satu keping substrat. Hal ini meningkatkan kecepatan proses sensor dan memperkecil ukuran sensor. Perkembangan terkini adalah menggabungkan ketiga unsur tadi menjadi satu bagian dan dikenal dengan istilah sistem *smart sensor* atau *intelligent sensor*. Ada sedikit kebingungan yang terjadi di masyarakat mengenai istilah *smart sensor* dan *intelligent sensor*. Yang dimaksud dengan *smart sensor* adalah sensornya harus terintegrasi dan *intelligent*, sedangkan bila sensor tidak terintegrasi maka disebut *intelligent sensor* saja (Gardner, 1994).

Smart sensor ini memperbaiki atau meningkatkan *performance* dari sensor dengan cara menggunakan sensor *array* yang identik dan dihubungkan dengan sebuah *microprocessor*. Dengan menggunakan sensor *array*, maka akan dihasilkan *reability* yang lebih tinggi/besar dan mengurangi/memperbaiki kesalahan (*fault tolerance*). Saat ini sensor *array* yang digunakan bisa sensor yang identik namun dapat pula digunakan jenis sensor yang berbeda atau dikenal dengan *multisensor array* (Ohba, 1992).

2.5 Sensor Gas

Sensor gas adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur senyawa gas polutan yang ada di udara seperti karbonmoksida, hidrokarbon, dan lain-lain. Beberapa teknologi sensor baru telah berevolusi untuk analisis gas dan uap yang berbeda. Beberapa di antaranya digunakan dalam sistem hidung elektronik (Hodgins, 1995).

Sensor gas dapat merespon konsentrasi dari partikel tertentu seperti atom, molekul atau ion dalam gas dan mengubahnya menjadi sinyal elektrik. Semikonduktor oksida logam merupakan bahan yang biasa digunakan sebagai sensor untuk mendeteksi adanya gas tertentu. Oksida logam seperti SnO₂, ZnO, Fe₂O₃ dan WO₃ merupakan semikonduktor intrinsik tipe-n. Pada suhu 200°C – 500°C metal oksida bereaksi terhadap gas yang dapat tereduksi seperti H₂, CH₄, CO, C₂H₅, atau H₂S sehingga konduktivitasnya meningkat. Perubahan sifat elektrik dari semikonduktor oksida logam yang disebabkan interaksi dengan molekul gas didahului oleh penyerapan oksigen pada bahan semikonduktor. Molekul oksigen terserap pada permukaan semikonduktor dan molekul ini menangkap elektron dari pita konduksi (Schiffman, dkk., 2003).

Tabel 2.2 Jenis-jenis dan Tipe Sensor Gas (Schiffman, dkk., 2003).

Target Gas	Range	No. Model	Tipe
Alkohol	0-1000ppm	TGS 3820*	S
Alkohol dan uap pelarut	0-5000ppm	TGS 2620	S
Amonia	0-300ppm	TGS 826	S
	0-100ppm	TGS 2444*	S
Karbon dioksida	0-50000ppm	TGS 4160	E(S)
	0-10000ppm	TGS 4161	E(S)
Karbon Monoksida	0-1000ppm	TGS 2442	S
	0-1000ppm	TGS 5042	E(L)
Oksigen terlarut	0-80ppm	KDS-25B	E(L)

Bensin dan knalpot Diesel	0-1000ppm CO + 0-10ppm NO ₂	TGS 2201	S
Kontaminasi Udara	0-30ppm	TGS 2600	S
		TGS 2602	
Gas Halokarbon	0-3000ppm	TGS 832	S
		TGS 2630*	
Hidrogen	0-1000ppm	TGS 821	S
Hidrogen, Metan dan LP	0-100% LEL	TGS 6812	C
Hidrogen sulfat	0-20% LEL	TGS 825	S
Gas LP	0-20% LEL	TGS 8610	S
Metan	0-20% LEL	TGS 2611	S
Metan + CO	0-25% LEL CH ₄ + 0-1000ppm CO	TGS 3870	S
Metan + LP	0-20% LEL	TGS 2612	S
	0-100% LEL	TGS 6810	C
	0-100% LEL	TGS 6811*	C
Oksigen	0-30%	SK-25	E(L)
	0-100%	KE-25	E(L)
	0-100%	KE-50	E(L)
Uap Air	0-150g/m ³	TGS 2180	S
Combustible Gas		MQ-2	
Alkohol		MQ-3	
Gas Alam, Metan		MQ-4	
LPG, Gas Alam, Gas Batu		MQ-5	
Bara			
LPG, Propane/ Metan C ₃ H ₈		MQ-6	
Karbon Monoksida		MQ-7	
Hidrogen		MQ-8	
Karbon Monoksida dan		MQ-9	
Combustible Gas			
LPG, Propane/ Metan C ₃ H ₈		MQ-306	
Karbon Monoksida		MQ-307	
Alkohol		MQ-303	
Ozone		MQ-131	
Kontrol Kualitas Udara		MQ-135	
Sulfureted Hydrogen (H ₂ S)		MQ-136	
Amonia		MQ-137	
<i>Volatile organic compounds</i>		MQ-138	
(VOC) / Mellow, Benzene,			
Aldehyde, Ketone, Ester			

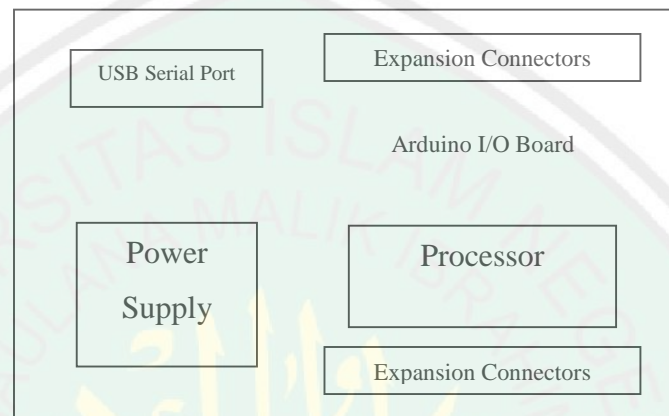
Prinsip kerja alat pengukur suhu ini, adalah sensor suhu difungsikan untuk mengubah besaran suhu menjadi tegangan, dengan kata lain panas yang ditangkap oleh LM35 sebagai sensor suhu akan diubah menjadi tegangan. Sedangkan proses berubahnya panas menjadi tegangan dikarenakan di dalam LM35 ini terdapat termistor berjenis PTC (*Positive Temperature Coefisient*), yang mana termistor inilah yang menangkap adanya perubahan panas. Prinsip kerja dari PTC ini adalah nilai resistansinya akan meningkat seiring dengan meningkatnya *temperature* suhu. Resistansi yang semakin besar tersebut akan menyebabkan tegangan output yang dihasilkan semakin besar (Rafiuddin, 2013).

2.8 Arduino

Arduino adalah *platform* pembuatan prototipe elektronik yang bersifat *open-source hardware* yang berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif (Simanjuntak, 2012).

Arduino pada awalnya dikembangkan di Ivrea, Italia. Nama Arduino adalah sebuah nama maskulin yang berarti teman yang kuat. *Platform* arduino terdiri dari *arduino board*, *shield*, bahasa pemrograman arduino, dan *arduino development environment*. *Arduino board* biasanya memiliki sebuah chip dasar mikrokontroler Atmel AVR ATmega8 berikut turunannya. Blok diagram *arduino board* yang sudah disederhanakan dapat dilihat pada Gambar 2.16. *Shield* adalah sebuah papan yang dapat dipasang diatas *arduino board* untuk menambah kemampuan dari *arduino board* (Simanjuntak, 2012).

Bahasa pemrograman arduino adalah bahasa pemrograman yang umum digunakan untuk membuat perangkat lunak yang ditanamkan pada arduino board. Bahasa pemrograman arduino mirip dengan bahasa pemrograman C++ (Simanjuntak, 2012).



Gambar 2.3 Blok diagram arduino board (Simanjuntak, 2012)

Arduino Development Environment adalah perangkat lunak yang digunakan untuk menulis dan meng-*compile* program untuk arduino. *Arduino Development Environment* juga digunakan untuk meng-*upload* program yang sudah di-*compile* ke memori program *arduino board* (Simanjuntak, 2012).

Arduino Development Environment terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah *toolbar* dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. *Arduino Development Environment* terhubung ke *arduino board* untuk meng-*upload* program dan juga untuk berkomunikasi dengan *arduino board* (Simanjuntak, 2012).

Perangkat lunak yang ditulis menggunakan *Arduino Development Environment* disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi *.ino*. Area pesan memberikan informasi dan

pesan *error* ketika kita menyimpan atau membuka *sketch*. Konsol menampilkan *output* teks dari *Arduino Development Environment* dan juga menampilkan pesan *error* ketika kita mengkompail *sketch*. Pada sudut kanan bawah dari jendela *Arduino Development Environment* menunjukkan jenis *board* dan *port* serial yang sedang digunakan. Tombol *toolbar* digunakan untuk mengecek dan meng-upload *sketch*, membuat, membuka atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan serial monitor (Simanjuntak, 2012).

2.8.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* berbasis mikrokontroler pada ATmega328. *Board* ini memiliki 14 digital input/ output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack* listrik tombol *reset*. Pin-pin ini terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tegangan bisa didapat dari adaptor AC-DC atau baterai untuk menggunakannya (arduino.cc).



Gambar 2.4 *Board* Arduino Uno (Simanjuntak, 2012)

Berikut ringkasan singkat spesifikasi Arduino Uno (arduino.cc):

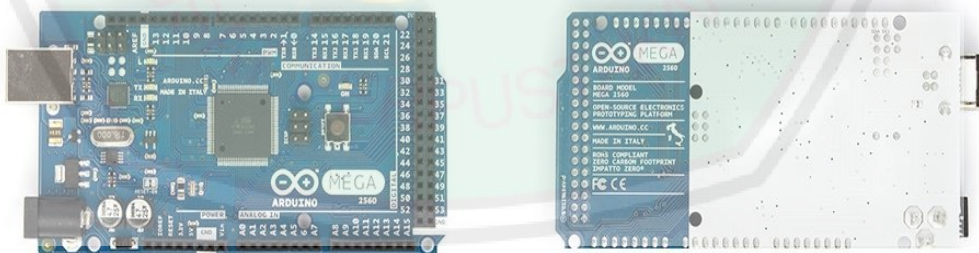
Tabel 2.3 Spesifikasi Arduino Uno (Simanjuntak, 2012)

Microcontroller	Atmega328P
Operating Voltage	5V

Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 Hz

2.8.2 Arduino Mega 2560

Arduino mega 2560 adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATmega2560 ([datasheet](#)). Arduino mega 2560 memiliki 54 digital pin input/output (15 dapat digunakan sebagai output PWM), 16 input analog, 4 UART (hardware port serial), 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol *reset*. Arduino mega 2560 berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau memberikan daya dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai ([arduino.cc](#)).



Gambar 2.5 Arduino Mega 2560 (www.arduino.cc)

Berikut ringkasan singkat spesifikasi Arduino Mega 2560 ([arduino.cc](#)):

Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 Hz

2.9 Elemen Pemanas

Electrical heating element (elemen pemanas listrik) banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari baik dalam rumah tangga ataupun peralatan dan mesin industri. Sebagai sumber panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*resistance wire*), biasanya bahan yang digunakan adalah kawat niklin yang digulung menyerupai bentuk spiral dan dimasukkan dalam selongsong/pipa sebagai pelindung. Kemudian dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan (Ariffudin, 2014).



Gambar 2.6 *Electrical Heating Element* (elemen pemanas listrik)

2.10 Akuisisi Data

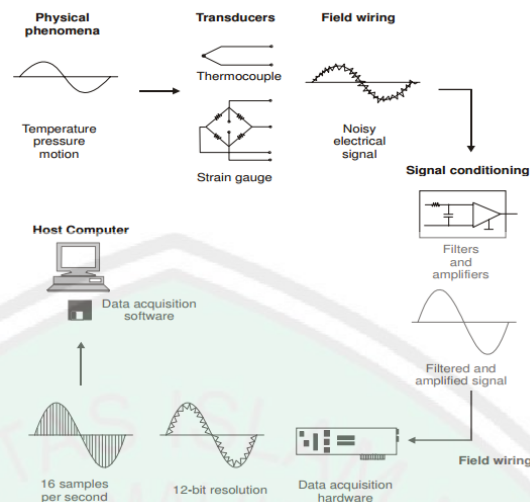
Sistem akuisisi data dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data hingga memprosesnya untuk menghasilkan data yang dikehendaki. Jenis serta metode yang dipilih pada umumnya bertujuan untuk menyederhanakan setiap langkah yang dilaksanakan pada keseluruhan proses (Rakhmat, 1999).

Sistem akuisisi data terdiri dari sejumlah elemen atau komponen yang saling berhubungan satu dengan yang lain dibentuk sedemikian rupa sehingga sistem tersebut dapat berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyimpan data secara cepat, *realtime* dan akurat sehingga kemudian data siap untuk diproses lebih lanjut. Elemen-elemen tersebut adalah obyek pengukuran, transduser, *amplifier*, *multiplexer*, *data acquisition card*, komputer dan perangkat lunak akuisisi data (Rakhmat, 1999).

Di dalam dunia industri maupun riset, sistem akuisisi data merupakan ujung terdapan dari proses pengumpulan data secara mentah langsung dari sumbernya

dimana sistem ini mengkonversi sinyal fisik menjadi sinyal elektronik dan kemudian mendigitalisasi sinyal tersebut sehingga dapat disimpan, ditransmisikan atau disajikan pada *display* atau komputer. Perkembangan teknologi mikroelektronik yang mendorong berkembangnya mikrokontroler saat ini semakin membuka peluang untuk mewujudkan perangkat keras sistem akuisisi yang dapat mengakuisisi lebih dari satu macam besaran dan dapat menyimpan serta mentransmisikannya melalui komputer dengan menggunakan fasilitas komunikasi serial yang terdapat dalam sebuah *chip* mikrokontroler. Sistem Akuisisi data ini terdiri dari sensor (yang mengubah besaran fisik menjadi besaran listrik) dan sistem mikrokontroler yang mengolah besaran listrik menjadi kuantitas yang terukur yang berbentuk data digital yang siap diolah atau dianalisis (Gifson, 2009).

Dalam ruang lingkup yang luas, penggunaan sistem akuisisi data (DAQ) tidak hanya untuk mendapatkan data. Data akuisisi memiliki cakupan yang luas dan mencakup aspek kontrol dari keseluruhan sistem. Kontrol adalah proses dimana sinyal digital dari sistem hardware yang diperoleh akan diolah untuk mengendalikan aktuator dan *relay*. Perangkat ini yang kemudian mengontrol sistem atau proses, dimana sistem ini yang disebut sistem akuisisi data atau *DAQ system* (Park dan Mackay, 2009).



Gambar 2.7 Diagram fungsional data akuisisi PC (Park dan Mackay, 2009)

2.11 NI LabVIEW 2014

Dalam pengembangan sistem data akuisisi data dibutuhkan ada suatu software yang handal. *Laboratory Virtual Instrument Engginering Workbench* atau LabVIEW adalah software yang dibuat oleh National Instrument yang dapat menampilkan secara visual keseluruhan sistem kontrol dengan menggunakan layar monitor komputer. LabVIEW berfungsi untuk pengembangan desain kontrol dan pengetesan sistem serta melakukan simulasi-simulasi. Sebelum membuat alat, semua proses kontrol dapat disimulasikan pada program LabVIEW agar mudah melakukan *troubleshooting* (Arman, et al., tanpa tahun).

LabVIEW adalah bahasa pemrograman grafis yang menggunakan ikon bukan teks baris untuk membuat aplikasi. Berbeda dengan pemrograman berbasis teks bahasa, dimana instruksi menentukan pelaksanaan program, LabVIEW menggunakan pemrograman data *flow*, dimana aliran data menentukan eksekusi (National Instruments, 2001).

Di LabVIEW, membangun *user interface* dengan menggunakan satu set alat dan benda-benda. *User interface* dikenal sebagai *front panel*. Kemudian menambahkan kode menggunakan representasi grafis dari fungsi untuk mengontrol objek *front panel*. Diagram blok berisi kode. Dalam beberapa hal, diagram blok menyerupai diagram alur (National Instruments, 2001).



Gambar 2.8 NI LabVIEW (National Instruments, 2001)

2.12 *Linear Discriminant Analysis (LDA)*

Analisis diskriminan adalah teknik statistik *multivariat* yang terkait dengan pemisahan (*separating*) atau alokasi/klasifikasi (*classification*) sekelompok objek atau observasi ke dalam kelompok (*group*) yang telah terlebih dahulu didefinisikan.

Dalam tujuan pengenalan objek (observasi), metode ini mencoba menemukan suatu '*discriminant*' yang nilainya secara numeris sedemikian sehingga mampu memisahkan objek yang karakteristiknya telah diketahui. Sedangkan dalam tujuan klasifikasi objek, metode ini akan mensortir objek (observasi) ke dalam 2 atau lebih kelas (Fukunaga, 1990).

Analisis Diskriminan memiliki tujuan antara lain (Dian, 2015):

1. Mengidentifikasi variabel-variabel yang dapat membedakan tiap kelompok.
2. Menggunakan variabel yang didapat untuk membuat fungsi-fungsi yang memisahkan tiap kelompok.

3. Menggunakan variabel yang didapat untuk membuat aturan dalam mengklasifikasikan hasil observasi yang akan datang kedalam salah satu kelompok.

Asumsi-asumsi dalam Analisis Diskriminan untuk tiap kelompok (Dian, 2015):

1. Variabel bebas berdistribusi normal multivariate.
2. Matrik kovarian variabel bebas sama untuk tiap kelompok.

Analisis Diskriminan Linier (LDA) dapat digunakan sebagai metode klasifikasi maupun mereduksi dimensi pada sebuah set data. Tujuan utama dari analisis diskriminan untuk memperoleh kaidah matematis yang dikenal dengan fungsi diskriminan yang dapat digunakan untuk memisahkan kelompok obyek yang berbeda. Misalkan pada data terdapat p variabel bebas dan j kelompok dengan n_i adalah jumlah pengamatan untuk kelompok ke- i . Suatu pengamatan baru akan ditempatkan pada salah satu kelompok berdasarkan fungsi diskriminan berikut (Dian, 2015):

$$D_i = b_0 + b_1x_{1j} + b_2x_{2i} + \dots + b_px_{pi} \quad (2.3)$$

dengan

- D_i = skor diskriminan untuk pengamatan ke- i
- X_{pi} = nilai pengamatan ke- i variabel ke- p
- b_p = koefisien diskriminan variabel ke- p

LDA merupakan pendekatan statistik klasik yang digunakan untuk pembelajaran secara *supervised* dan diklasifikasi. Dalam statistik analisis diskriminan, pemisahan kriteria dirumuskan oleh *within-class*, *between-class*, dan *total scatter*. Matrik S_w merupakan *within-class scatter matrix*, penyebaran sampel dari vektor masing-masing yang diharapkan, dan S_b adalah *between-class scatter*

matrix yang menunjukkan tersebarnya vektor yang diharapkan. Keterpisahan kelas diformulasikan dengan mengubah matrik ke nomor (Wahyudi, 2012).

Sekelompok n data pelatihan (x_1, x_2, \dots, x_m) yang memiliki nilai-nilai didalam ruang dimensi N (N -dimensional space). K adalah jumlah kelas dan n_i adalah jumlah data pelatihan pada kelas ke- i , dimana $i = 1, \dots, k$. Maka matrik S_b dan matrik S_w dibentuk sebagai berikut (Liang, 2008):

$$S_b = \sum_{i=1}^k n_i (m_i - m_0) (m_i - m_0)^T \quad (2.4)$$

$$S_w = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (X_i^{(j)} - m_i) (X_i^{(j)} - m_i)^T \quad (2.5)$$

Dimana $X_i^{(j)}$ adalah rata-rata kelas ke- i , dan $m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^k \sum_{x \in \Pi_i} x$.

Metode LDA berusaha untuk menemukan proyeksi matrik yang memaksimalkan rasio antara jarak antar kelas dengan jarak dalam kelas dalam ruang proyeksi (Wahyudi, 2012):

$$J_1(W) = \max \frac{\text{trace}(W^T S_b W)}{\text{trace}(W^T S_w W)} \quad (2.6)$$

dimana W adalah matrik $N \times q$ yang kolom-kolomnya terdiri dari q vektor-vektor diskriminan. Persamaan diatas memiliki semantik yang jelas untuk pembilang dan penyebut. $\text{Trace}(W^T S_b W)$ mengukur pemisahan antar kelas-kelas dalam ruang proyeksi dan $\text{Trace}(W^T S_w W)$ mengukur kedekatan dari vektor-vektor didalam kelas pada ruang proyeksi (Wahyudi, 2012).

Berikut ini algoritma dari LDA (Damayanti dkk, 2010):

1. Input adalah matrik x .
2. Menghitung rata-rata dalam kelas (m_i) dan rata-rata keseluruhan kelas (m).

3. Menghitung matrik sebaran antar kelas. Matrik sebaran antar kelas (S_b) adalah jarak matrik antar kelas, sesuai dengan persamaan (2.4).
4. Menghitung matrik sebaran dalam kelas. Matrik sebaran dalam kelas (S_w) adalah jarak matrik dalam kelas yang sama sesuai dengan persamaan (2.5).
5. Mencari vektor *eigen* (V) dan nilai eigen (λ)

$$S_b V = \lambda S_w V \quad (2.7)$$

6. Mengurutkan vektor *eigen* sesuai dengan urutan nilai yang ada pada nilai *eigen* dari besar ke kecil. Selanjutnya untuk proses proyeksi menggunakan $k-1$ *eigen* vektor (dimana k adalah jumlah kelas). Vektor ini disebut *Fisher Basis Vector*.
7. Memproyeksikan seluruh citra asal (bukan *centered image*) ke *fisher basis vector* dengan menghitung dot *product* dari citra asal ke tiap-tiap *fisher basis vector*.

$$\tilde{X}^i = V^T X^i \quad (2.8)$$

Untuk mencari nilai batas (pemisah) antar grup digunakan rumus (Gudono, 2015):

$$Cut-off = \frac{C_1 + C_2}{2} \quad (2.9)$$

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kualitatif dan kuantitatif. Penelitian kualitatif berdasarkan studi literatur yang berasal dari dokumen maupun media lain yang berhubungan dengan dasar dan pembahasan penelitian. Penelitian kuantitatif berdasarkan eksperimen yang dilakukan terdapat perolehan data numerik yang kemudian diolah dan dianalisa.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian tentang pengaruh suhu terhadap *chambe volatile organic compounds* pada pengenalan pola *array* sensor gas dengan menggunakan metode LDA (studi kasus pada daging sapi dan daging babi), dilaksanakan pada bulan Maret 2017. Pengambilan dan pengolahan data penelitian, bertempat di Laboratorium Riset Atom Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

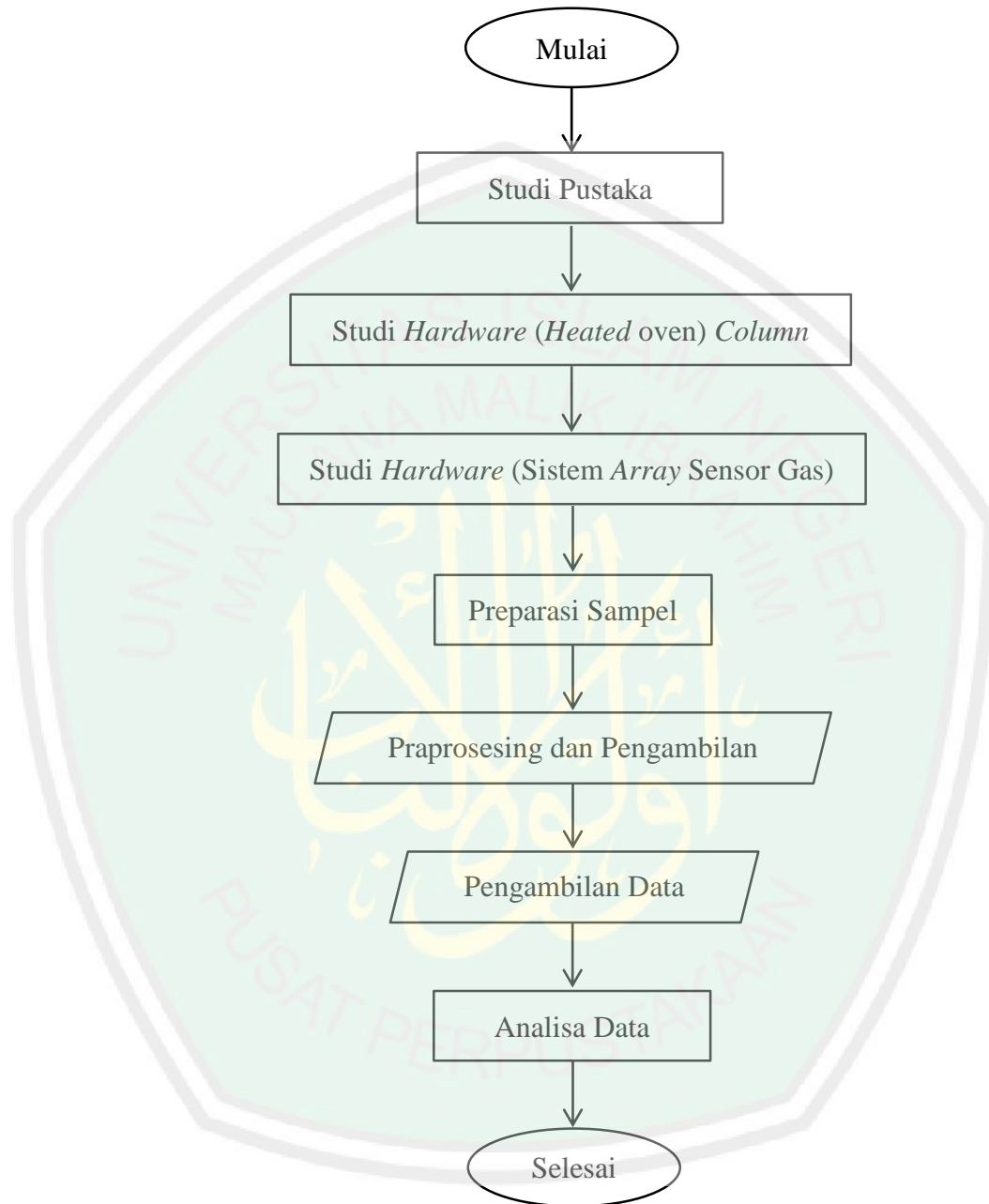
1. Seperangkat komputer personal Samsung, jenis prosesor Intel *Celeron* dengan kecepatan 1.7 GHz, RAM 4 Gbyte *up to* 32 Gbyte dan sistem operasi Microsoft Windows 7 Ultimate.

2. Hidung Elektronik yang terdiri dari Arduino Mega 2560 R3, Relay 12V, Buffer, OP-Amp, Solenoid Valve DC 12V, Air Pump 220V, dan Power Supply Switching 10A/12V.
3. Sensor gas MQ-136, MQ-138, MQ-2, MQ-3, MQ-303, MQ-4, MQ-5, MQ-6, MQ-7, MQ-8
4. *Chamber (Heated oven) Column* yang terdiri dari elemen pemanas, Arduino Uno R3, sensor suhu LM35, Relay 12V dan power supply Switching 10A/12V.
5. LabVIEW 2014
6. Minitab 16
7. Matlab R2010a

3.3.2 Bahan Penelitian

1. Daging sapi punggung standar konsumsi
2. Daging babi punggung konsumsi

3.4 Rancangan Penelitian



Gambar 3.1 Rancangan Penelitian

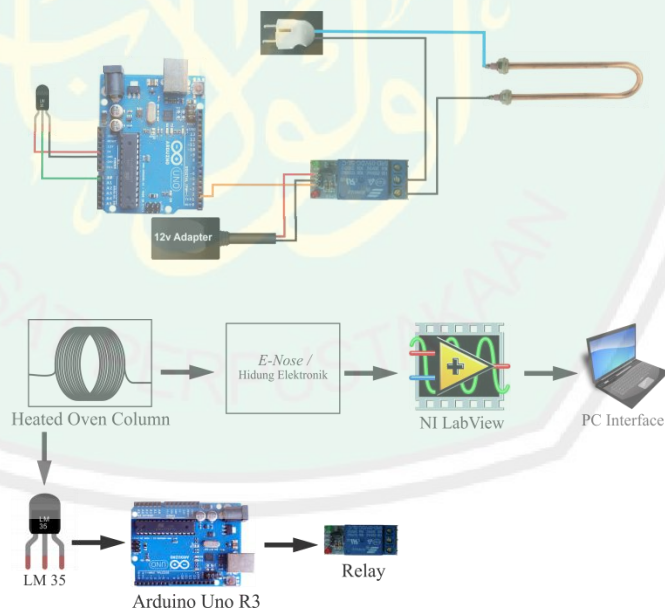
3.5 Tahap dan Alur Penelitian

3.5.1 Studi Pustaka

Ada beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian kali ini. Tahapan yang pertama yaitu studi literatur yang terdiri dari pengumpulan referensi yang berkaitan dengan penelitian sehingga bisa dijadikan dasar dan panduan penelitian. Lalu mempelajari tentang metode LDA untuk mengenali pola sinyal dari *array* sensor gas, serta mempelajari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

3.5.2 Studi Hardware (Heated Oven) Column

Hardware sistem (*Heated oven*) *Column* yang dibuat untuk memanaskan *column* yang ada didalam *Chamber* digunakan untuk memanaskan gas yang akan masuk ke *E-Nose* (hidung elektronik).



Gambar 3.2 Sistem dari *hardware chamber* pemanas

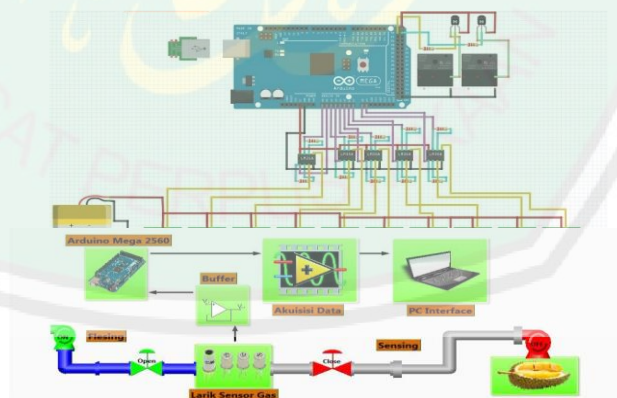
Dari gambar diatas dapat diketahui PC digunakan sebagai perangkat *hardware* untuk menjalankan *Software* yang mengontrol *Heated oven Column*.

Spesifikasi PC menggunakan OS Windows 7 Ultimate, RAM 4GB dan prosesor Intel *Celereon*. Digunakan OS windows 7, OS ini mampu menjalankan *runtime* LabVIEW dengan baik dan *support driver* untuk LIFA (LabVIEW Interface For Arduino), VISA (*Virtual Serial Architecture*) dan Arduino IDE.

Untuk mengontrol *hardware* diatas digunakan Arduino Uno R3. Arduino Uno R3 merupakan *board* pengembangan dari mikrokontroler yang berbasis chip Atmega328P. Arduino Uno R3 mempunyai resolusi 10 bit kanal ADC (*Analog to Digital Converter*) atau *analog read* (Arduino), dan board ini mampu menjalankan antarmuka sensor sebanyak 6 yang disusun secara larik dan dijalankan secara bersamaan.

3.5.3 Studi *Hardware* (Sistem *Array* Sensor Gas)

Hardware sistem *array* sensor gas telah dibuat sebagai piranti fisik yang akan menjalankan tugas utamanya sebagai prosesor dan aktuator hidung elektronik.



Gambar 3.3 Sistem *Hardware* *Array* Sensor Gas

Dari gambar diatas PC digunakan sebagai perangkat *hardware* untuk menjalankan *software* yang mengontrol hidung elektronik. Spesifikasi PC menggunakan OS Windows 7 Ultimate, RAM 4GB dan prosesor Intel *Celereon*.

Digunakan OS windows 7, OS ini mampu menjalankan *runtime* LabVIEW dengan baik dan *support driver* untuk LIFA (LabVIEW Interface For Arduino), VISA (Virtual Serial Architecture) dan Arduino IDE.

Prosesor digunakan adalah Arduino Mega 2560 R3. Arduino Mega 2560 R3 merupakan pengembangan *board* mikrokontroler yang menggunakan IC mikrokontroler dari ATMEL, Atmega 256. Arduino Mega 2560 R3 merupakan *Board* pengembangan mikrokontroler 16 bit yang mempunyai kanal ADC (*Analog to Digital Converter*) atau *analog read* (Arduino) sebanyak 16. Dengan jumlah kanal sebanyak 16, *Board* Arduino Mega R3 mampu untuk menjalankan antarmuka sensor sebanyak 10 yang disusun secara larik dan dijalankan secara bersamaan.

Sinyal analog dari sensor gas akan disangga/ditampung oleh Buffer Op-Amp. Penyanggahan ini dilakukan agar sinyal analog yang masuk ke kanal ADC stabil. Pada *hardware* hidung elektronik tidak menggunakan penguat, hal ini dikarenakan keluaran dari sinyal analog dari sensor gas sudah memiliki *amplitudo* yang tinggi dan tidak perlu dikuatkan.

Data dari kanal ADC yang telah dibaca oleh Arduino Mega 2560 R3 akan dikirimkan ke PC melalui komunikasi serial (USB, Bluetooth, XBee), pada penelitian ini digunakan USB. Sebagai prosesor utama pada *hardware* hidung elektronik, Arduino Mega 2560 R3 juga mengontrol buka tutup *valve* pada *solenoid valve* dan kondisi kerja pompa udara.

Buka tutup *solenoid valve* dan kondisi hidup dan mati pompa udara ditujukan untuk kondisi *collecting* dan *purgig* hidung elektronik. Digunakan dua *solenoid valve*, satu *valve* untuk *collecting* dan satu *valve* lainnya untuk *purgig*.

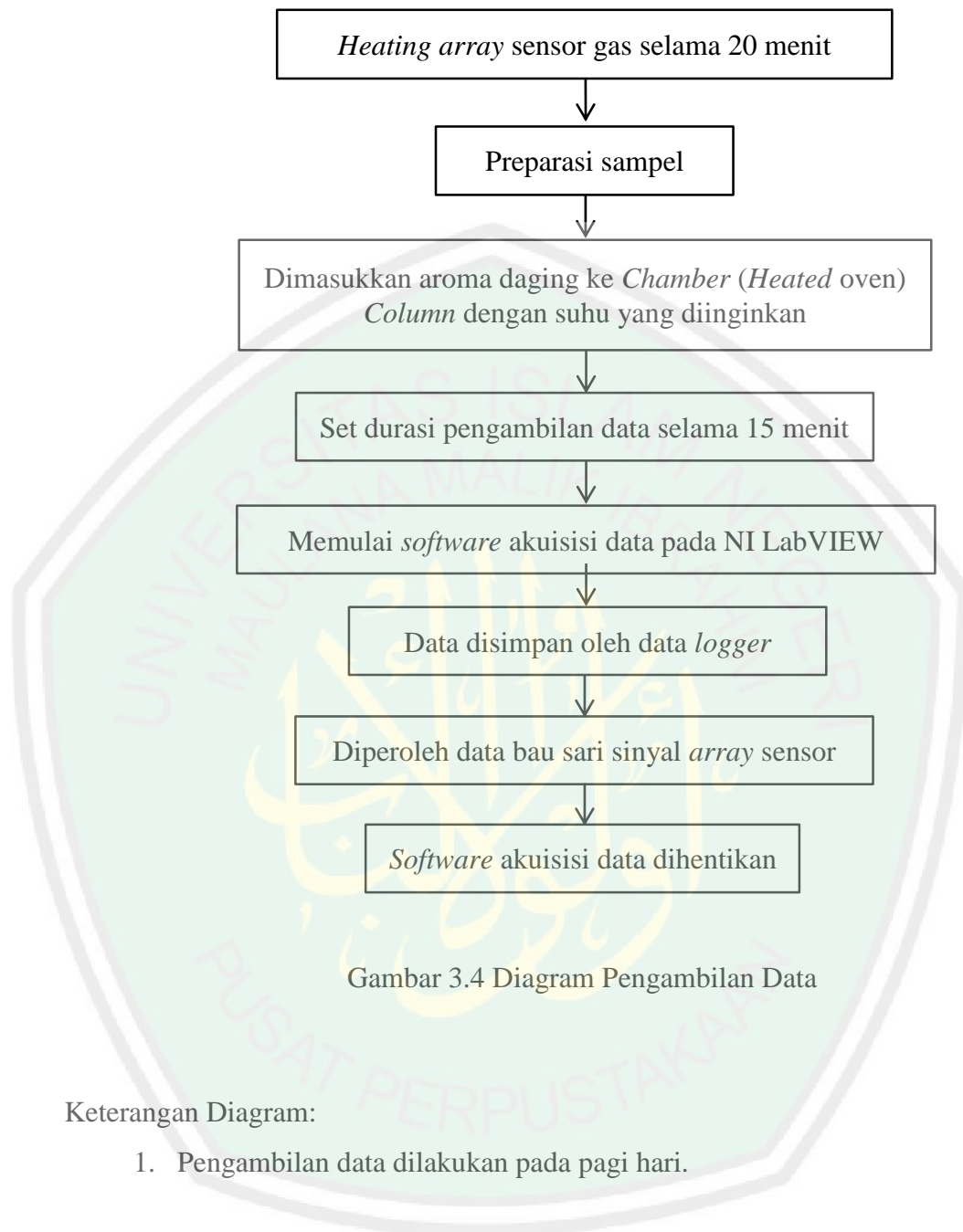
Kedua *valve* ini bekerja saling berlawanan, jika *valve collecting* membuka maka *valve purging* tertutup. Kondisi *collecting* dan *purging*, buka dan tutup *valve* ini ditujukan pada sifat hidung mamalia yang dapat menghirup dan membuang udara.

3.5.4 Preparasi Sampel

Sampel yang digunakan adalah daging babi dan daging sapi bagian yang umum atau standar konsumsi. Kedua daging dibeli pada hari yang berbeda. Sampel tersebut tidak diperlakukan khusus seperti dipanaskan didalam *chamber* pemanas sebelum masuk ke E-Nose, namun gas yang akan masuk ke E-Nose dipanaskan didalam *Chamber (Heated oven) Column* dengan suhu yang sudah ditentukan. Daging sapi dan daging babi yang sudah dibeli seberat 1 ons digiling menggunakan blender. Daging yang sudah siap langsung dilakukan pengambilan data. Daging ditempatkan dilaboratorium seperti biasa, begitu pula keadaan udara saat dilakukan pengambilan data di *hardware* sistem *array* sensor gas. Perlakuan ini dilakukan mengingat penggunaanya ditempat-tempat yang umumnya mengkonsumsi daging sapi dan daging babi.

3.5.5 Pengambilan Data

Gambaran diagram pengambilan data pada penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 3.4 Diagram Pengambilan Data

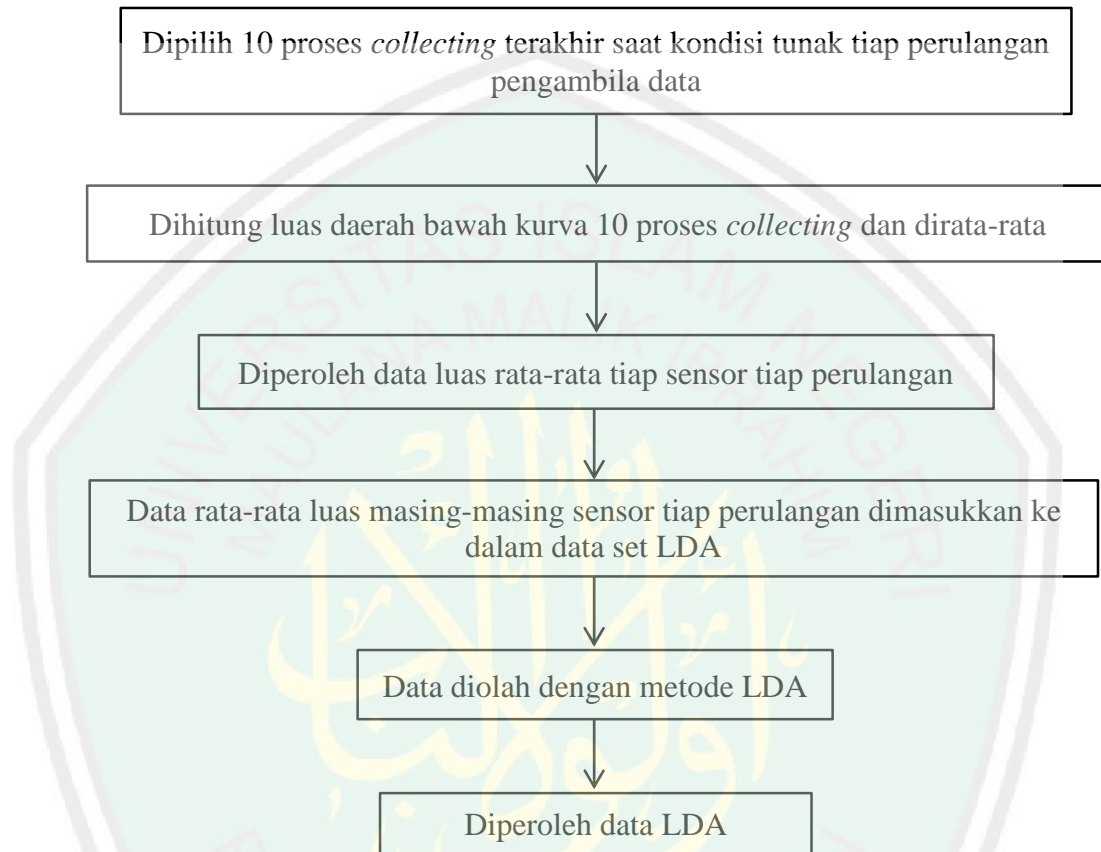
Keterangan Diagram:

1. Pengambilan data dilakukan pada pagi hari.

3.5.6 Praprosesing dan Pengolahan Data

Untuk memperoleh data atau informasi dari hidung elektronik bergantung pada penggunaan metode untuk analisis. Hal ini memerlukan pengolahan data menggunakan teknik pengenalan pola atau algoritma jaringan syaraf. Pada penelitian ini, digunakan *software* Minitab 16 dengan metode *multivariant* yaitu

metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA). untuk langkah pra prosesi dan pengolahan data dapat dijelaskan diagram dibawah ini.



Gambar 3.5 Diagram Praprosesing dan Pengambilan Data

Tabel 3.1 Data hasil pengujian daging babi

SAMPEL	SUHU °C	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Daging Babi	40										
	50										
	60										
	70										
	80										

Tabel 3.2 Data hasil pengujian daging sapi

SAMPEL	SUHU °C	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Daging Sapi	40										
	50										
	60										
	70										
	80										

3.5.7 Analisa Data

Data yang diperoleh dari *array* sensor gas akan dianalisis dengan menggunakan analisis *multivariat Linear Discriminant Analysis* (LDA). Metode ini digunakan untuk mengklasifikasi sebaran data dengan meminimalkan jarak dalam kelas data yang sama dan memaksimalkan jarak antar kelas data yang berbeda sehingga data akan lebih mengelompok.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pembuatan Alat Pemanas Column

Sistem pemanas column terdiri dari software dan hardware, berikut penjelasan hasil pembuatan software dan hardware.

4.1.1 Hardware Pemanas

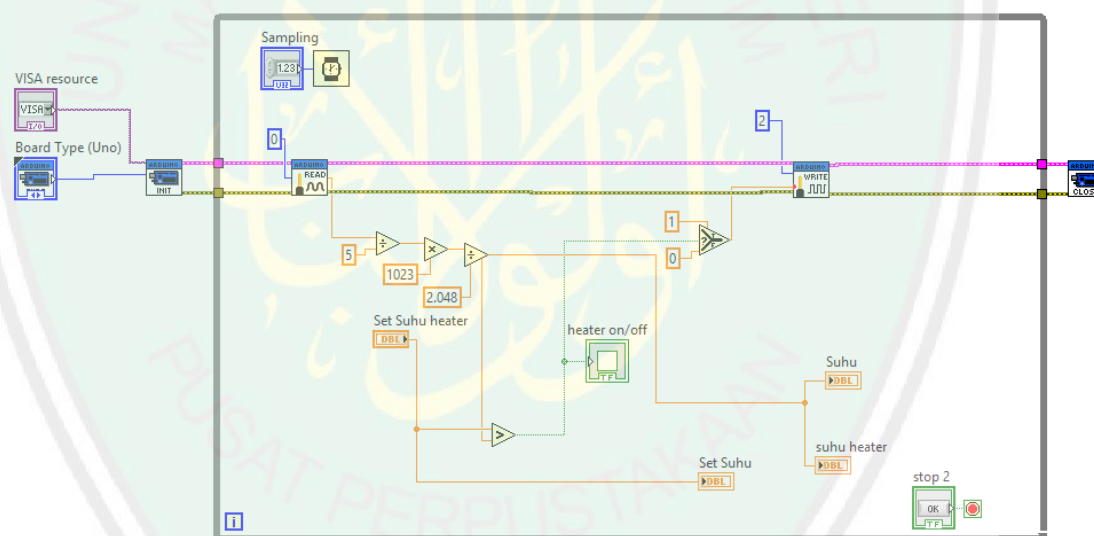
Hardware pemanas digunakan untuk memanaskan gas yang akan masuk ke hidung elektronik agar aromanya lebih meningkat yang terdiri dari pipa tembaga yang akan dipanaskan dengan pemanas ditambah lempeng aluminium agar panas merata keseluruhan pipa tembaga, pengukuran suhu menggunakan sensor lm35, untuk otomatisasi menggunakan arduino uno dan relay untuk mendapatkan suhu yang diinginkan. Power supply untuk menghidupkan relay. Untuk hardware pemanas yang sudah dirangkai ditunjukkan gambar 4.1.



Gambar 4.1 *heated oven column chamber*

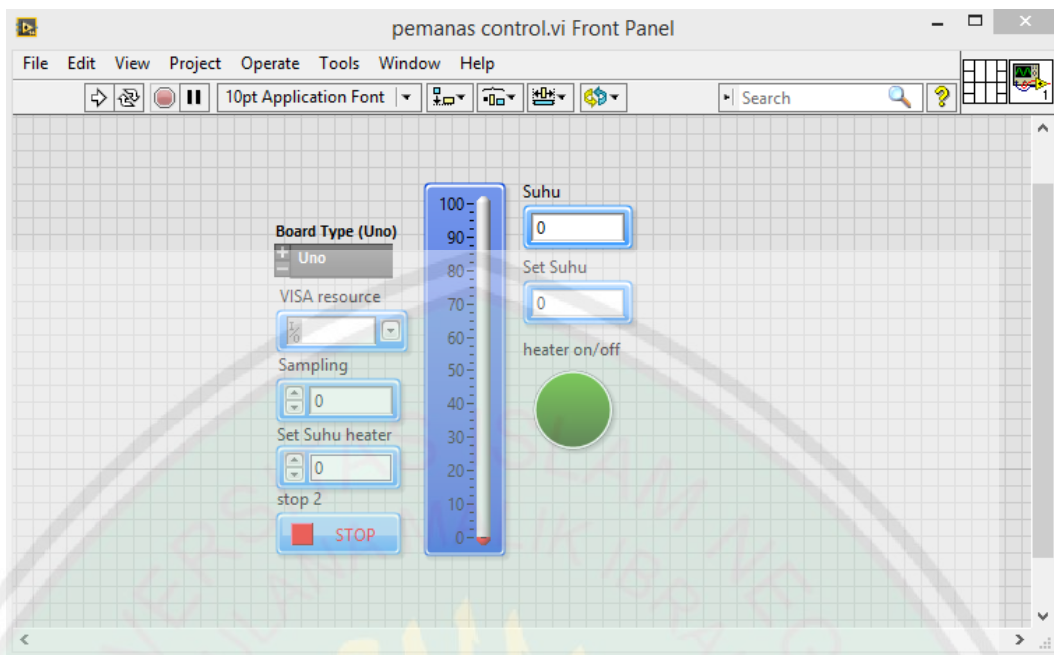
4.1.2 Software Heated Oven Column Chamber

Pembuatan *software* ini menggunakan Labview agar lebih mudah dalam mengontrol suhu. *Software* digunakan untuk mengontrol board arduino agar diperoleh data dari sensor lm35. Langkah pertama, yaitu menghubungkan *hardware* (board Arduino) dengan PC untuk diinisialisasi agar komunikasi antara Arduino dengan PC berjalan dengan baik. Pada inisialisasi PORT Arduino karena menggunakan Arduino UNO maka dilakukan beberapa pengaturan yaitu: *Setting COM PORT, board type, VISA Source* Berikut inialisasi pada Arduino dan PC yang ditunjukkan pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Inisialisasi pada Arduino dan PC

Blok diagram pada program ditentukan oleh waktu, seperti sampling pembacaan nilai ADC, serta kalibrasi suhu. Semua blok diagram diatas terdapat pada bagian *Block Diagram .vi*. Sedangkan tampilan program yang digunakan untuk berinteraksi dengan pengguna ada pada bagian *Front Panel*. Berikut tampilan *Front Panel* sistem pemanas *column*.



Gambar 4.3 Tampilan Front Panel

Tampilan *Front panel* terdiri dari *board type* untuk menentukan jenis Arduino, *Visa Source* untuk *setting com port*, *sampling* waktu pembacaan pembacaan *adc*, dan set suhu *heater* untuk menentukan suhu pada *heater*.

4.2 Data Hasil Pengujian Hidung Elektronik

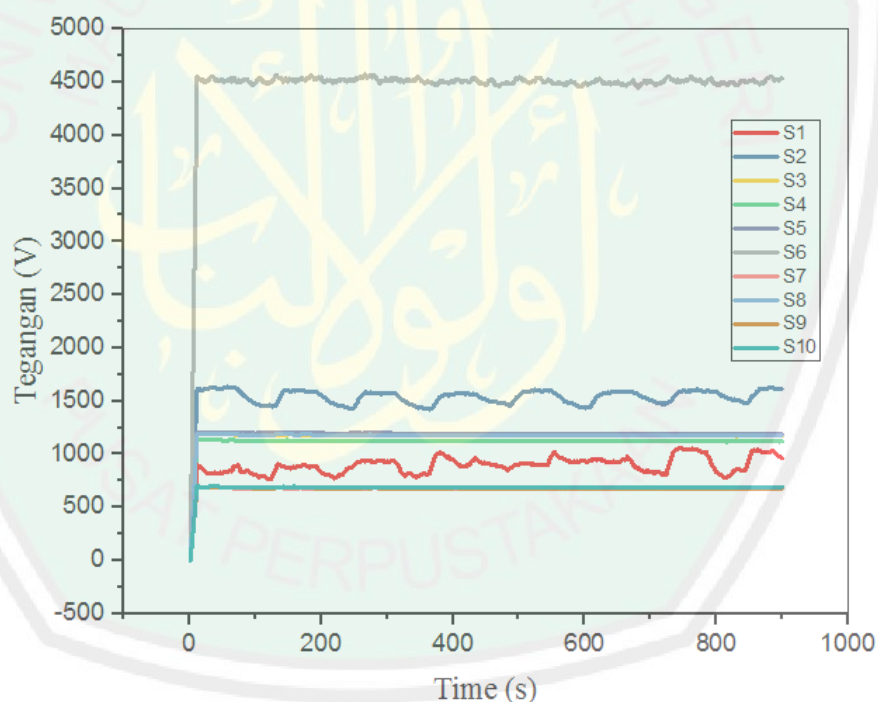
4.2.1 Respon Hidung Elektronik Terhadap Sampel Daging Sapi

Menggunakan Suhu Pada *Chamber Volatil Organic Compounds*

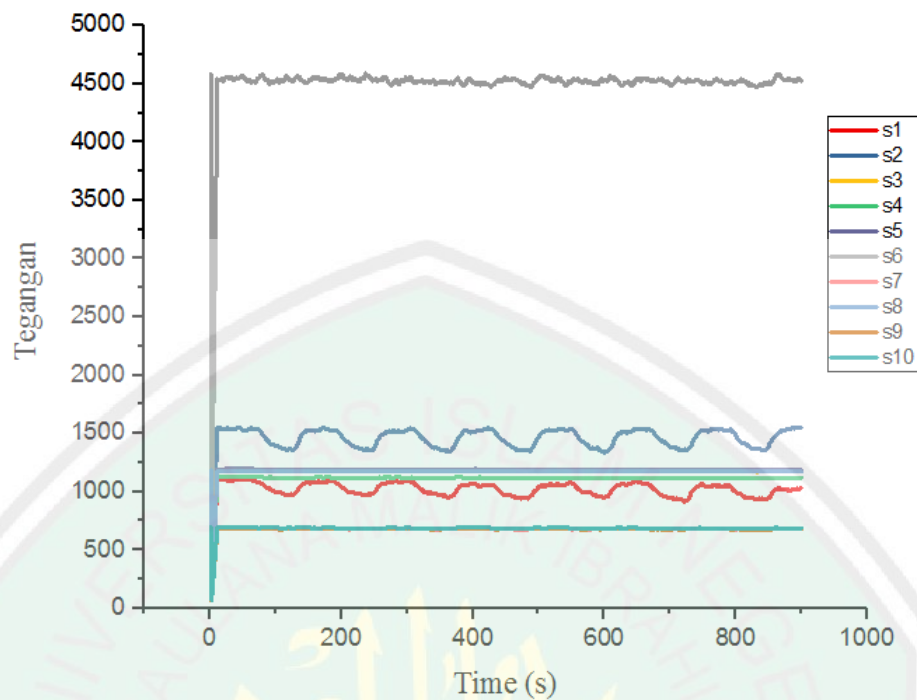
Cara kerja hidung elektronik mirip dengan hidung manusia yaitu menghirup dan mengeluarkan udara dan di dalamnya, terdapat beberapa sensor yang bekerja untuk mendekteksi gas atau bau, selanjutnya beberapa sensor tersebut akan mengirim data hasil ke komputer atau laptop untuk dioalah dan dianalisis untuk membedakan gas atau bau tersebut.

Sensor gas yang digunakan dalam penelitian ini ada 10 sensor yaitu MQ-136, MQ-138, MQ-2, MQ-3, MQ-303, MQ-4, MQ-5, MQ-6, MQ-7, MQ-8, masing-masing sensor memiliki kepekaan terhadap gas yang berbeda-beda dimana nantinya akan menghasilkan satu keluaran hasil pendeteksian.

Aroma daging akan lebih keluar atau lebih kuat jika suhunya tinggi, dan penelitian kali ini juga menggunakan variasi suhu untuk meningkatkan aroma sampel yang digunakan yaitu daging sapi dan daging babi, dengan harapan meningkatkan kepekaan sensor dan hasil yang lebih baik. Berikut gambar respon hidung elektronik pada masing-masing sampel.



Gambar 4.4 Respon hidung elektronik terhadap sampel daging sapi menggunakan suhu pada *chamber volatil organic compounds*



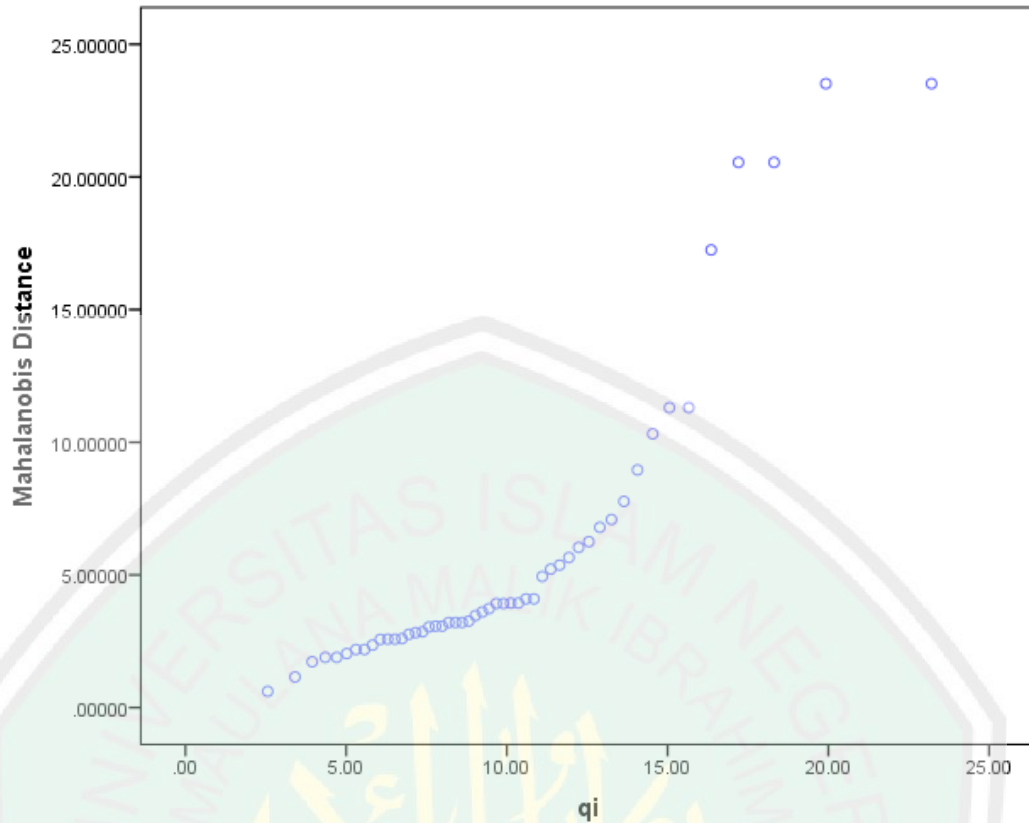
Gambar 4.5 Respon hidung elektronik terhadap sampel daging babi menggunakan suhu pada *chamber volatil organic compounds*

4.2.2 Praprosesing Pengolahan Data LDA

1. Uji Asumsi pada Daging Sapi

a. Uji Normalitas *Multivariat*

Uji normalitas *multivariat* digunakan untuk memenuhi asumsi bahwa data dari variabel-variabel terdistribusi normal *multivariat*. Dalam penelitian ini digunakan plot *chi-square* dari distribusi *chi-square* serta jarak *mehalonobis* plot *chi-square* dan *mehalonobis* yang diperoleh dengan menggunakan aplikasi SPSS ver 21.



Gambar 4.6 *Scatter- plott* normalitas multivariat daging sapi

Hipotesis untuk menguji data terdistribusi normal *multivariat*:

H_0 = Data terdistribusi normal *multivariat*

H_1 = Data tidak terdistribusi normal *multivariat*.

Statistik Uji: Tolak H_0 jika $\text{sig.} > 0.05$

Tabel 4.1 Hasil Uji *Correlation*

		Mahalanobis Distance	q_i
Mahalanobis Distance	Pearson Correlation	1	.910**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	50	50
q_i	Pearson Correlation	.910**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	50	50

Hasil uji diatas menunjukkan data terdistribusi normal *multivariant*. Hal tersebut diketahui jika *scatter-plot* cenderung membentuk garis lurus (linear). Selain memperhatikan *scatter plot*, kita juga dapat menarik dari nilai korelasi pada table *correlation*. Nilai koefisien korelasi sebesar 0.910 menunjukkan koefisien korelasi yang sangat tinggi. Besarnya koefisien korelasi antara -1 sampai dengan +1. Pada hasil tabel diatas, nilai sig. (2-tailed) $0.000 < 0.05$, maka data dari sampel berdistribusi normal *multivariat*.

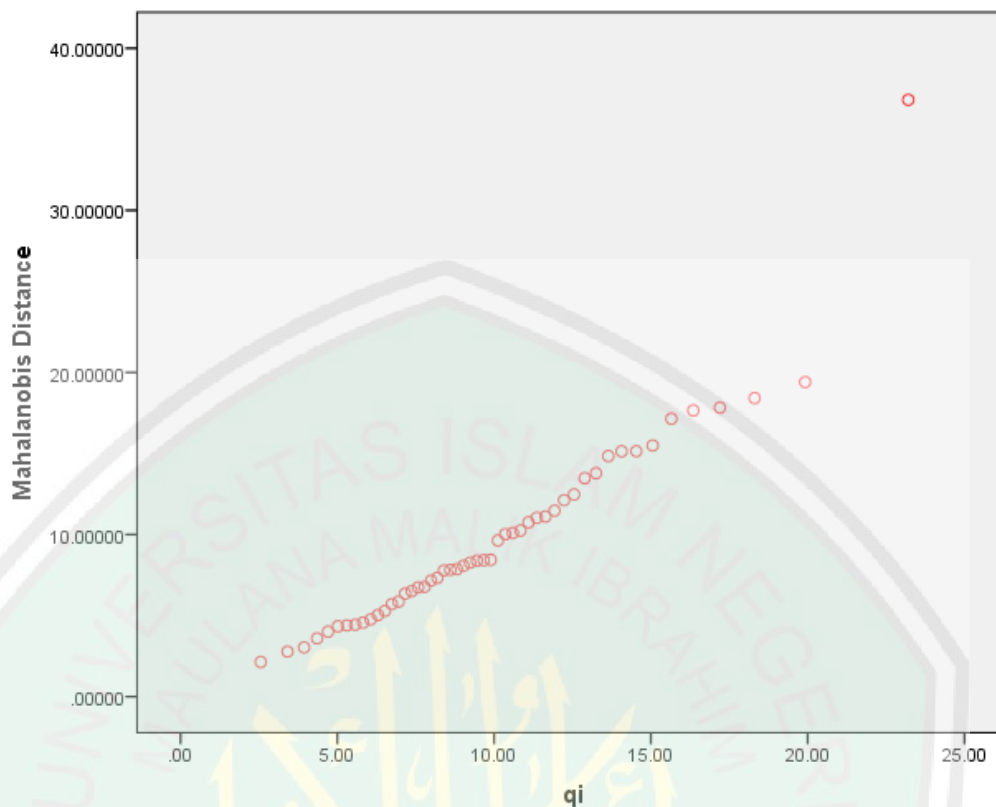
b. Uji Homogenitas Varian-Kovarian

Asumsi uji *homogenitas varian kovarian* berfungsi untuk melihat apakah variabel-variabel yang diamati sudah *homogen* atau tidak. Pada kasus ini uji *homogenitas* tidak dapat terpenuhi. Keadaan ini tidak sesuai dengan asumsi analisis diskriminan linear yang mengharuskan *varian kovarian* dari semua variabel yang diuji bersifat *homogen*. Hal ini dapat dilihat dari hasil uji yang dilakukan dengan *software* SPSS 21 pada “test result”. Akan tetapi, analisis diskriminan tetap bisa dilakukan walaupun asumsi *homogenitas varian- kovarian* tidak terpenuhi asalkan data tidak *outlier* Ghazali (2008) dalam (Desi, 2012).

2. Uji Asumsi pada Daging Babi

a. Uji Normalitas Multivariant

Uji normalitas pada sampel daging babi juga dilakukan dengan *plot chi-square* dari distribusi *chi-square* dan jarak *mehalonobis* *plot chi-square* dan *mehalonobis* menggunakan aplikasi SPSS ver 21.



Gambar 4.7 *Scatter- plott normalitas multivariat* daging babi

Hipotesis untuk menguji data terdistribusi normal *multivariat*:

H_0 = Data terdistribusi normal *multivariat*

H_1 = Data tidak terdistribusi normal *multivariat*

Statistik Uji: Tolak H_0 jika sig. > 0.05

Tabel 4.2 Hasil Uji *Correlation*

		qi	Mahalanobis Distance
qi	Pearson Correlation	1	.961**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	50	50
Mahalanobis Distance	Pearson Correlation	.961**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	50	50

Dari hasil diatas menunjukkan bahwa sig (2-tailed). $0.000 < 0.05$ yang berarti data terdistribusi *multivariate*.

b. Uji *Homogenitas Varian-Kovarian*

Uji *homogenitas varian kovarian* pada sampel daging babi juga dilakukan dengan *software* SPSS 21. Hasil yang diperoleh sebagai berikut:

Table 4.3 Test Result Uji Box's M

Box's M		148.952
F	Approx.	5.809
	df1	20
	df2	2616.788
	Sig.	.000

Dari tabel di atas dengan nilai *signifikan* $0.000 < 0.05$ memberikan informasi bahwa data tidak *homogen varian kovarian*.

4.2.3 Hasil Pengolahan Data dengan LDA

Pengambilan data daging babi dan daging babi dilakukan selama 15 menit dimana setiap sampel dipanaskan dengan variasi suhu yang berbeda, dengan *interval* 10 mulai dari 40-80°C. Dan setiap sampel dilakukan pengulangan pengukuran sebanyak 10 kali pada masing-masing suhu. Data yang diperoleh diambil 2 gelombang terakhir ketika respon sensor sudah dalam keadaan *steady state*. Selanjutnya data tersebut dijumlahkan baru kemudian diolah menggunakan analisis *multivariat* yaitu metode LDA.

A. Data LDA Daging Sapi

Tabel 4.4 *Tests of Equality of Group Means*

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
S1	.888	1.414	4	45	.245
S2	.762	3.522	4	45	.014
S3	.924	.922	4	45	.460
S4	.934	.801	4	45	.531
S5	.921	.966	4	45	.435
S6	.065	161.815	4	45	.000
S7	.996	.048	4	45	.996
S8	.922	.947	4	45	.446
S9	.996	.041	4	45	.997
S10	.996	.050	4	45	.995

Tabel diatas merupakan hasil pengolahan data yang diperoleh dari metode LDA, interpretasi pertama yang dilakukan yaitu uji *signifikansi* perbedaan rata-rata pada setiap variabel *independen*. Dala hal ini variable *independen*-nya yaitu sensor 1 (S1) sampai sensor 10 (S10). Uji *signifikansi* dilakukan dengan mengambil keputusan dengan hipotesis sebagai berikut:

- a. Jika *signifikansi* >0.05 maka tidak ada perbedaan *signifikan* pada rata- rata setiap kelompok (kondisi)
- b. Jika *signifikansi* <0.05 maka ada perbedaan *signifikan* pada rata-rata setiap kelompok (kondisi).

Hasil interpretasi dari tabel diatas menunjukkan dari sensor 1 (S1) sampai dengan (S10) dengan nilai *wilk's lamda* yang *signifikasi* <0.05 yang berarti ada perbedaan rata-rata setiap kelompok pada variable *independen* yaitu: sensor 2 (S2); dan sensor 6 (S6). Sehingga dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel diatas berpengaruh dominan pada klasifikasi data hidung elektronik pada

sampel daging sapi dengan pemanasan , 40°C - 80°C. Sedangkan nilai *wilk's lamda* yang *signifikansi* >0.05 yang berarti tidak ada perbedaan pada rata-rata tiap kelompok, diantaranya sensor 1 (S1); sensor 3 (S3); sensor 4 (S4); sensor 5 (S5); sensor 7 (S7); sensor 8 (S8); sensor 9 (S9); sensor 10 (S10); yang berarti tidak berpengaruh atau tidak dominan dalam klasifikasi data hidung elektronik pada sampel daging sapi dengan pemanasan , 40°C - 80°C

Nilai *wilk's lamda* diatas diperoleh dari persamaan matematis (Gudono, 2015):

$$\lambda = \frac{SS_w}{SS_T}$$

Dengan SS_w adalah nilai varians dalam matrik $SSCP_w$ (*sum of square nd cross product*) dan SS_T adalah nilai varians dalam matrik $SSCP_t$. Nilai SS_w diperoleh dari tabel *Pooled Within-Group Matrices* sedangkan nilai SS_t diperoleh dari tabel *Covariance Matrices* (tabel terlampir dilampiran) dengan rumus sebagai berikut:

SS_w atau $SS_T X_n = \text{jumlah df } x \text{ covariance variabel independen } (X_n, n = 1,2,3 \dots)$.

Dengan df adalah *degree of freedom* sedangkan X_n adalah variabel independen ke-n.

Tabel 4.5 *Eigen values*

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	81.330 ^a	99.2	99.2	.994
2	.651 ^a	.8	100.0	.628
3	.001 ^a	.0	100.0	.027
4	.000	.0	100.0	.000

Nilai korelasi *kanonikal* menunjukkan hubungan antara nilai diskriminan dengan kelompok. Nilai sebesar 0.994 berarti hubungannya sangat tinggi karena mendekati angka 1 (besarnya korelasi antara 0-1).

Tabel 4.6 *Wilks' Lambda*

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 4	.007	218.618	16	.000
2 through 4	.605	22.340	9	.008
3 through 4	.999	.033	4	1.000
4	1.000	.000	1	1.000

Pada table diatas terdapat nilai signifikasi, jika nilai *signifikasi statistic chi-square* sebesar 0.000 (<0.05) yang berarti ada perbedaan antara kelompok, jika melihat pada tabel hanya fungsi *discriminant* 1 yang nilainya <0.05 berarti ada pebedaan diantara kelompok tersebut.

Ketentuan uji *chi-square*:

Sig >0.05 maka H_0 diterima

Sig <0.05 maka H_0 ditolak

Tabel 4.7 *Classification Results^{a,c}*

		GROP	Predicted Group Membership					Total
			1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	
Original	Count	1.00	7	3	0	0	0	10
		2.00	7	3	0	0	0	10
		3.00	0	0	9	1	0	10
		4.00	0	0	4	3	3	10
		5.00	0	0	0	1	9	10
	%	1.00	70.0	30.0	.0	.0	.0	100.0
		2.00	70.0	30.0	.0	.0	.0	100.0
		3.00	.0	.0	90.0	10.0	.0	100.0
		4.00	.0	.0	40.0	30.0	30.0	100.0
		5.00	.0	.0	.0	10.0	90.0	100.0

Cross-validated ^b	Count	1.00	0	10	0	0	0	10
		2.00	10	0	0	0	0	10
		3.00	0	0	8	2	0	10
		4.00	0	0	4	3	3	10
		5.00	0	0	0	2	8	10
	%	1.00	.0	100.0	.0	.0	.0	100.0
		2.00	100.0	.0	.0	.0	.0	100.0
		3.00	.0	.0	80.0	20.0	.0	100.0
		4.00	.0	.0	40.0	30.0	30.0	100.0
		5.00	.0	.0	.0	20.0	80.0	100.0

a. 62.0% of original grouped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 38.0% of cross-validated grouped cases correctly classified.

B. Data LDA Daging Babi

Tabel 4.8 Tests of Equality of Group Means

	Wilks' Lambda	F	df1	df2	Sig.
S1	.869	2.032	2	27	.151
S2	.694	5.963	2	27	.007
S3	.947	.759	2	27	.478
S4	.965	.488	2	27	.619
S5	.973	.374	2	27	.691
S6	.931	.994	2	27	.383
S7	.965	.486	2	27	.620
S8	.975	.347	2	27	.710
S9	.304	30.979	2	27	.000
S10	.977	.313	2	27	.734

Tabel diatas merupakan hasil pengolahan data yang diperoleh dari metode LDA, interpretasi pertama yang dilakukan yaitu uji *signifikansi* perbedaan rata-rata pada setiap variabel *independen*. Dala hal ini variable *independen*-nya yaitu sensor

1 (S1) sampai sensor 10 (S10). Uji signifikansi dilakukan dengan mengambil keputusan dengan hipotesis sebagai berikut:

- a. Jika *signifikansi* >0.05 maka tidak ada perbedaan *signifikan* pada rata-rata setiap kelompok (kondisi)
- b. Jika *signifikansi* <0.05 maka ada perbedaan *signifikan* pada rata-rata setiap kelompok (kondisi).

Hasil interpretasi dari tabel diatas menunjukkan dari sensor 1 (S1) samapai dengan (S10) dengan nilai *wilk's lamda* yang *signifikansi* <0.05 yang berarti ada perbedaan rata-rata setiap kelompok pada *variable independen* yaitu: sensor 9 (S9). Sehingga dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa variabel-variabel diatas berpengaruh dominan pada klasifikasi data hidung elektronik pada sampel daging babi dengan pemanasan , 40°C - 80°C. Sedangkan nilai *wilk's lamda* yang *signifikansi* >0.05 yang berarti tidak ada perbedaan pada rata-rata tiap kelompok, diantaranya sensor 1 (S1); sensor 2 (S2); sensor 3 (S3); sensor 4 (S4); sensor 5 (S5); sensor 7 (S7); sensor 8 (S8); sensor 10 (S10); yang berarti tidak berpengaruh atau tidak dominan dalam *klasifikasi* data hidung elektronik pada sampel daging babi dengan pemanasan , 40°C - 80°C

Nilai *wilk's lamda* diatas diperoleh dari persamaan matematis (Gudono, 2015):

$$\lambda = \frac{SSw}{SS_T}$$

Dengan SSw adalah nilai varians dalam matrik $SSCPw$ (*sum of square nd cross product*) dan SS_T adalah nilai varians dalam matrik $SSCPt$. Nilai SSw diperoleh

dari tabel *Pooled Within-Group Matrices* sedangkan nilai SS_T diperoleh dari tabel *Covariance Matrices* (tabel terlampir dilampiran) dengan rumus sebagai berikut:

$$SS_w \text{ atau } SS_T X_n = \text{jumlah df } x \text{ covariance variabel independen } (X_n, n = 1,2,3 \dots).$$

Dengan df adalah *degree of freedom* sedangkan X_n adalah variabel *independen* ke-n.

Tabel 4.9 *Eigenvalues*

Function	Eigenvalue	% of Variance	Cumulative %	Canonical Correlation
1	4.830 ^a	81.4	81.4	.910
2	1.103 ^a	18.6	100.0	.724

Nilai korelasi kanonikal menunjukkan hubungan antara nilai diskriminan dengan kelompok. Nilai sebesar 0.910 berarti hubungannya sangat tinggi karena mendekati angka 1 (besarnya korelasi antara 0-1).

Tabel 4.10 *Wilks' Lambda*

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 2	.082	63.916	8	.000
2	.475	18.958	3	.000

Pada table diatas terdapat nilai *signifikasi*, jika nilai *signifikasi statistic chi-square* sebesar 0.000 (<0.05) yang berarti ada perbedaan antara kelompok, jika melihat pada tabel hanya fungsi *discriminant* 1 yang nilainya <0.05 berarti ada pebedaan diantara kelompok tersebut.

Ketentuan uji *chi-square*:

Sig>0.05 maka H_0 diterima

Sig<0.05 maka H_0 ditolak

Tabel 4.11 *Classification Results*^{a,c}

		GROP	Predicted Group Membership			Total
			3.00	4.00	5.00	
Original	Count	3.00	10	0	0	10
		4.00	0	10	0	10
		5.00	0	1	9	10
	%	3.00	100.0	.0	.0	100.0
		4.00	.0	100.0	.0	100.0
		5.00	.0	10.0	90.0	100.0
Cross-validated ^b	Count	3.00	10	0	0	10
		4.00	0	10	0	10
		5.00	0	1	9	10
	%	3.00	100.0	.0	.0	100.0
		4.00	.0	100.0	.0	100.0
		5.00	.0	10.0	90.0	100.0

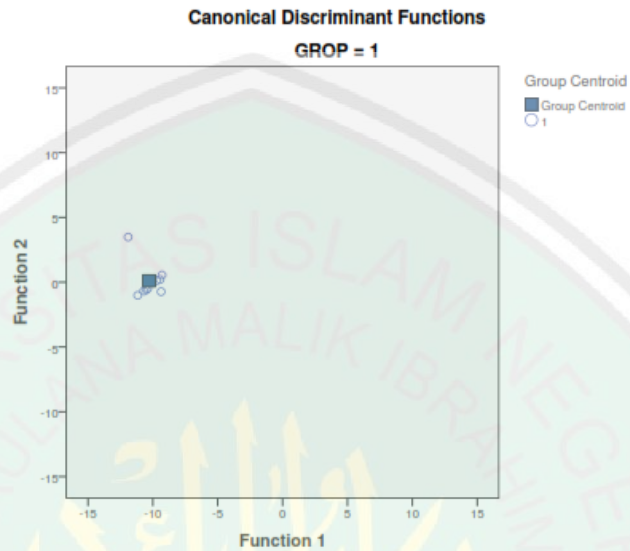
a. 96.7% of original grouped cases correctly classified.

b. Cross validation is done only for those cases in the analysis. In cross validation, each case is classified by the functions derived from all cases other than that case.

c. 96.7% of cross-validated grouped cases correctly classified.

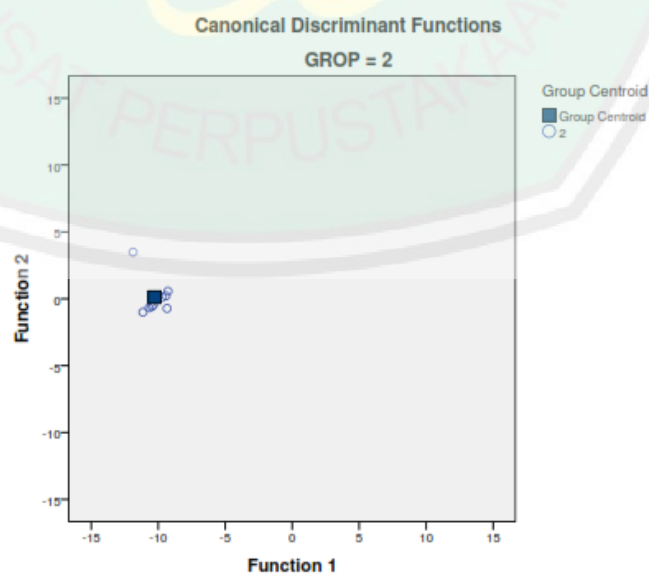
4.3 Pembahasan

a. Klasifikasi Data Daging Sapi Menggunakan Hidung Elektronik Dengan Metode LDA



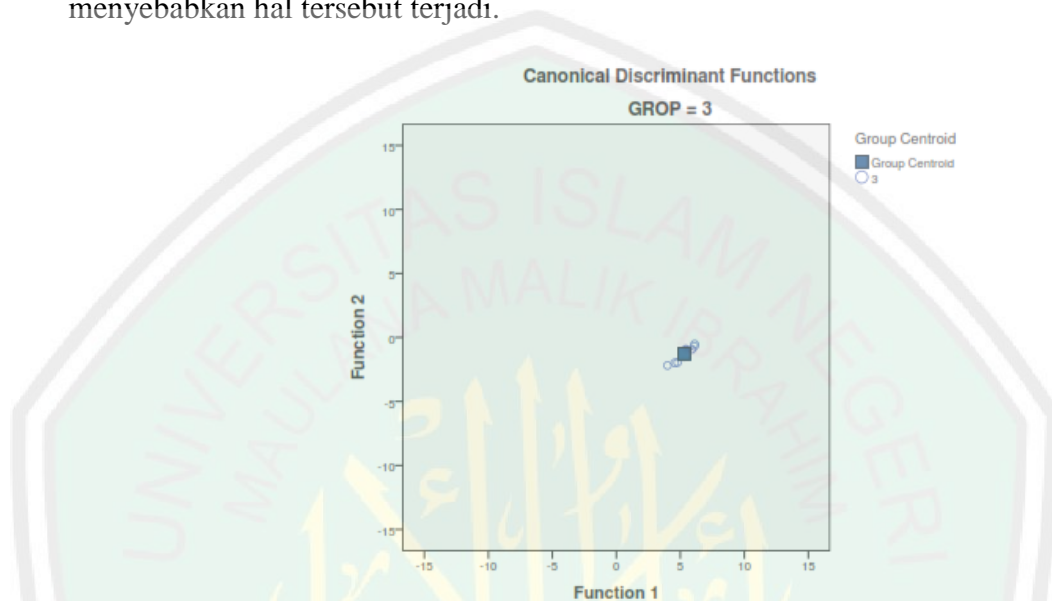
Gambar 4.8 Klasifikasi data sapi pada suhu 40°C

Terlihat pada gambar diatas data sapi pada suhu 40°C dengan pengulangan pengambilan data sebanyak 10 kali sudah mengumpul pada satu titik namun masih ada satu data yang agak memisah dari grup *centroid*.



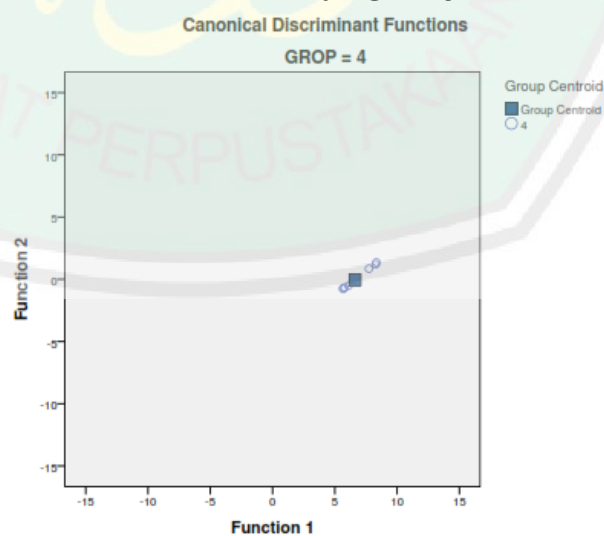
Gambar 4.9 Klasifikasi data sapi pada suhu 50°C

Hasil *plot* data pada suhu 50°C hampir sama dengan suhu 40°C beberapa *plot* data sudah mengumpul didaerah grup *centroid*, dan satu data agak menjauh dari *centroid* mungkin dikarenakan ada kesalahan dalam pengambilan data bisa menyebabkan hal tersebut terjadi.



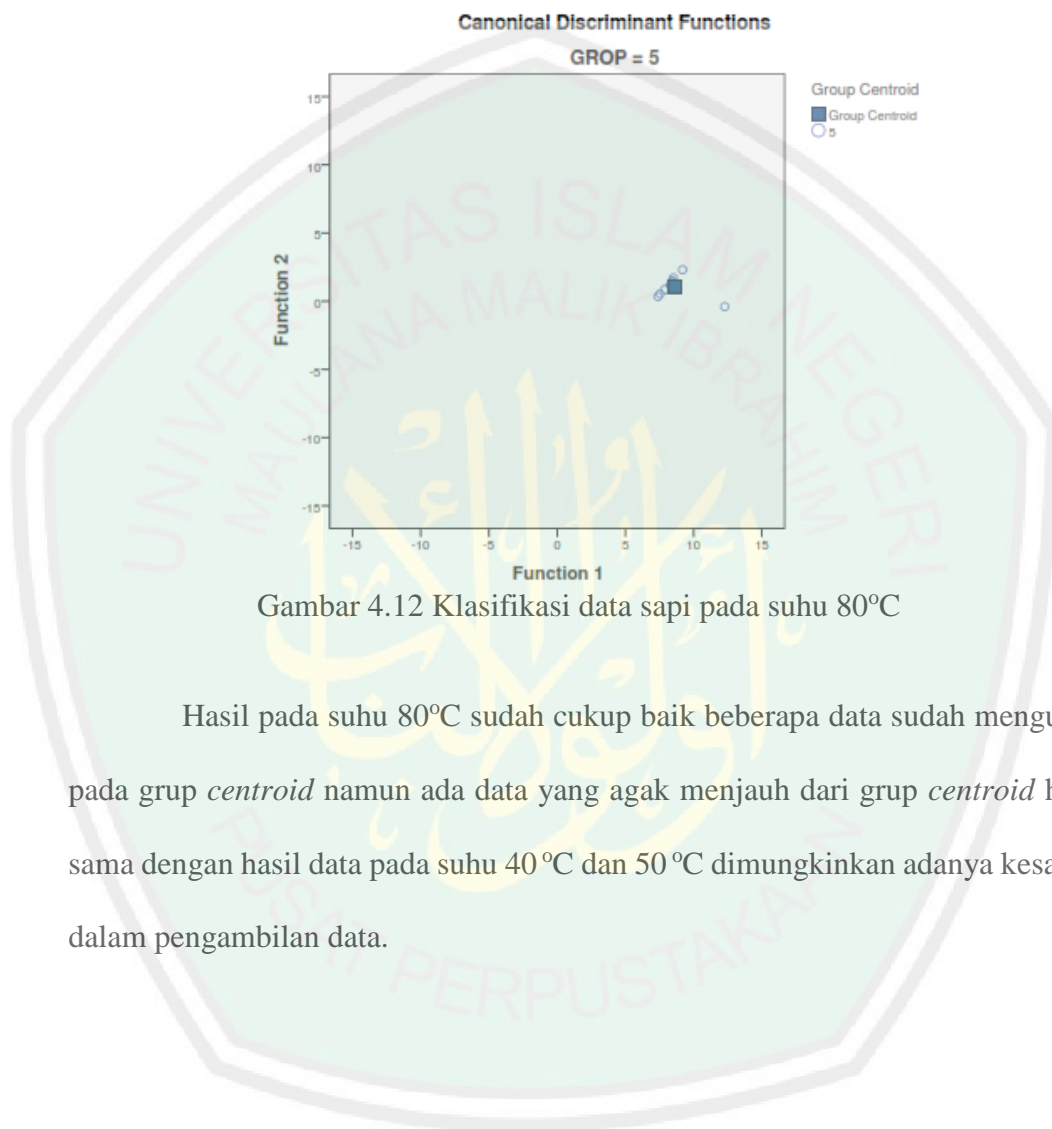
Gambar 4.10 Klasifikasi data sapi pada suhu 60°C

Hasil data pada suhu 60°C sudah cukup bagus semua *plot* sudah mengumpul pada satu titik *centroid* tidak ada yang menjauh.



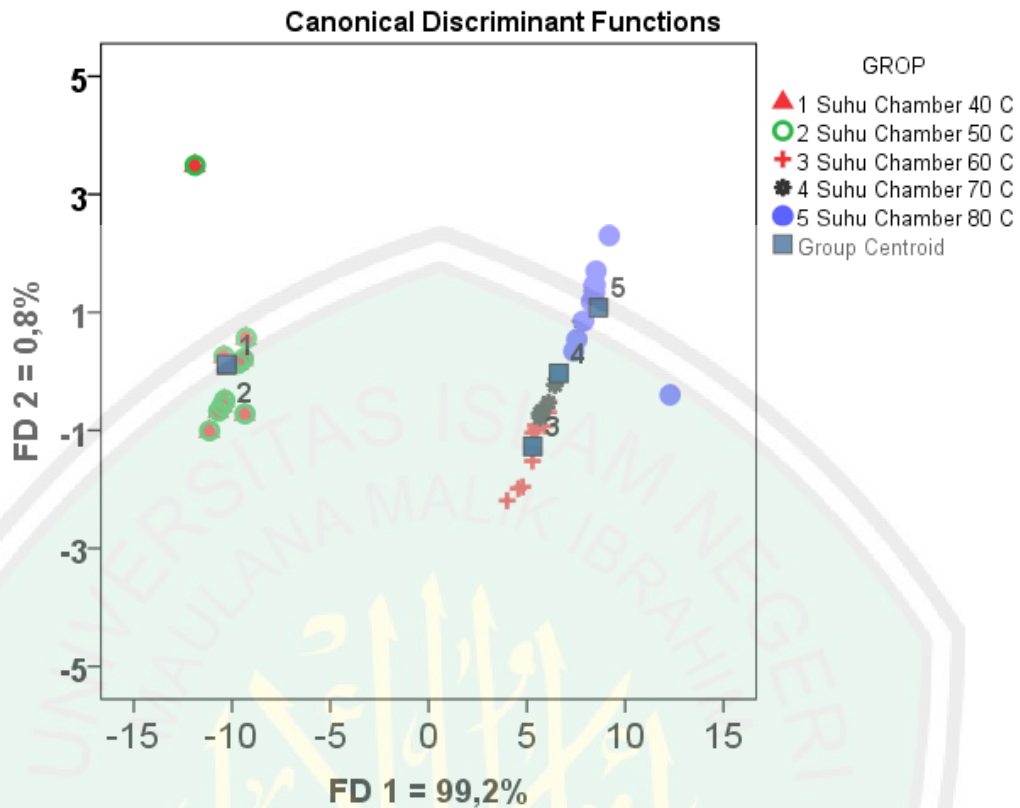
Gambar 4.11 Klasifikasi data sapi pada suhu 70°C

Dari gambar diatas hasil yang didapat juga cukup bags karena tidak ada data yang menjauh dari grup *centroid* hasil ini hampir sama dengan data pada suhu 60°C tidak ada data yang menjauh dari *centroid*.



Gambar 4.12 Klasifikasi data sapi pada suhu 80°C

Hasil pada suhu 80°C sudah cukup baik beberapa data sudah mengumpul pada grup *centroid* namun ada data yang agak menjauh dari grup *centroid* hal ini sama dengan hasil data pada suhu 40°C dan 50°C dimungkinkan adanya kesalahan dalam pengambilan data.

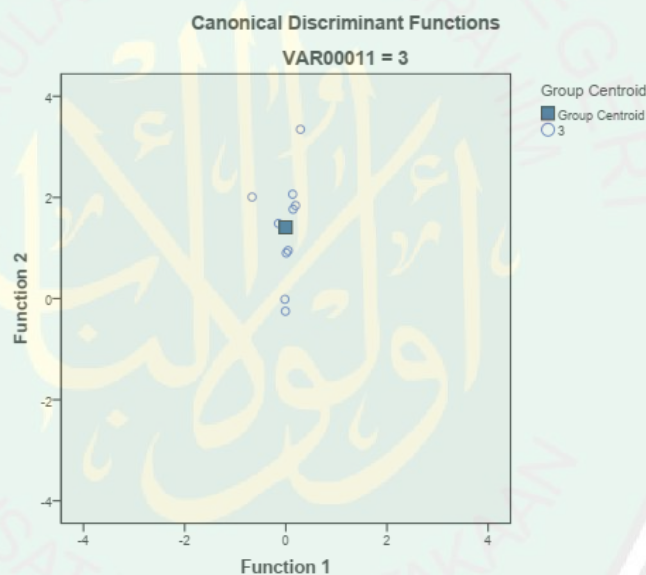


Gambar 4.13 klalsifikasi data hidung elektronik pada sampel daging sapi dengan pemanasan sampel , 40°C, 50°C, 60°C,70°C, 80°C

Pada gambar 4.8 nomer 1 pada gambar tersebut merupakan sampel daging sapi dengan pemanasan suhu 40° C, pada nomer 2 merupakan sampel daging sapi dengan pemanasan 50° C, hampir tidak ada perbedaan antara sampel nomer 1 dan 2, pada nomer 3 adalah sampel daging sapi dengan pemanasan suhu 60° C, untuk nomer 4 merupakan sampel daging sapi dengan pemanasan suhu 70° C, dan nomer 5 merupakan sampel daging sapi dengan pemanasan suhu 80° C.

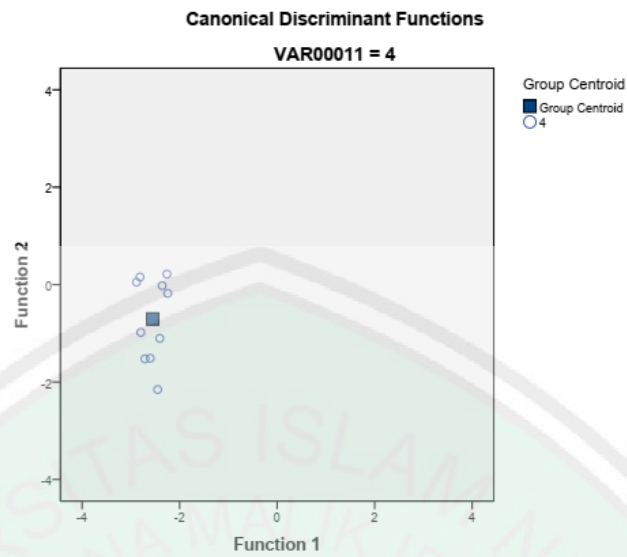
b. Klasifikasi Daging Babi Menggunakan Hidung Elektronik Dengan Metode LDA

Hasil klasifikasi data hidung elektronik pada sampel daging babi dengan suhu 40°C, 50°C, menggunakan metode *linear discriminant analysis* mohon maaf kami hilangkan atau tidak kami gunakan untuk klasifikasi dikarenakan hasilnya tidak dapat ditampilkan dalam bentuk grup *centroid* dan mempengaruhi hasil dari data lainnya karenanya kami hanya menggunakan data daging babi dengan pemanasan suhu 60°C, 70°C, 80°C seperti gambar 4.17



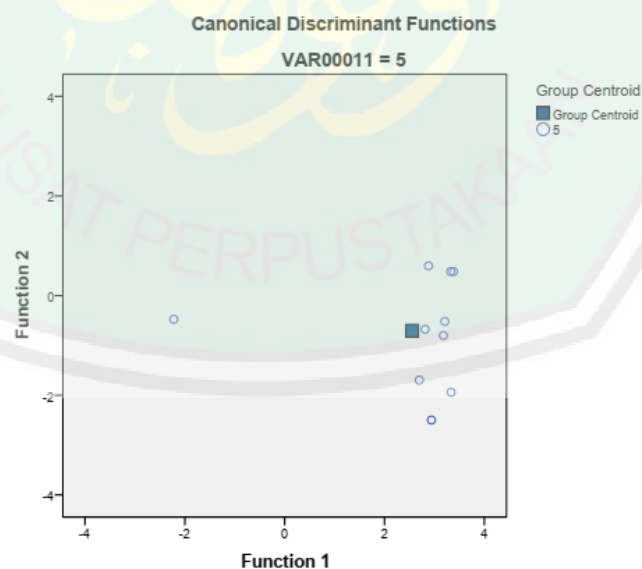
Gambar 4.14 Klasifikasi data babi pada suhu 60°C

Klasifikasi data daging babi dengan pemanasan 60°C hasil yang diperoleh sudah hampir mengumpul pada titik *centroid* namun masih ada yang agak menjauh dari *centroid* dimungkinkan adanya kesalahan saat pengambilan data atau *human error*.



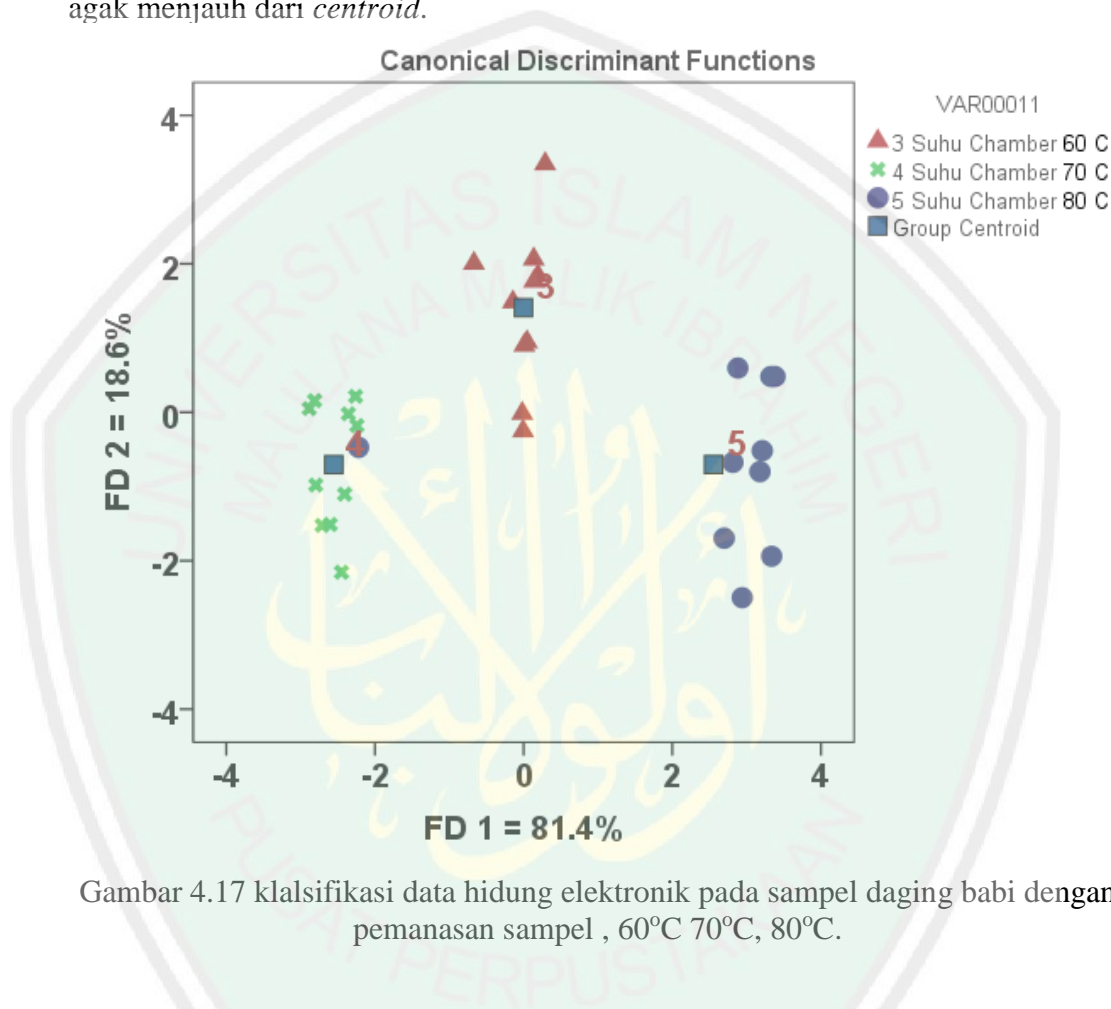
Gambar 4.15 Klasifikasi data babi pada suhu 70°C

Hasil klasifikasi data hidung elektronik dengan pemanasan sampel 70°C ditunjukkan pada gambar 4.15 hasil yang diperoleh hampir sama dengan suhu 60°C namun hasil sedikit lebih baik dari data sebelumnya semua titik sudah hampir mengumpul pada titik *centroid*.



Gambar 4.16 klasifikasi data babi pada suhu 80°C

Pada gambar 4.16 dapat dilihat hasil yang diperoleh pada suhu 80°C klasifikasinya agak menyebar tidak berkumpul dalam *centroid* sama seperti klasifikasi data yang diperoleh pada suhu sebelumnya masih ada beberapa yang agak menjauh dari *centroid*.

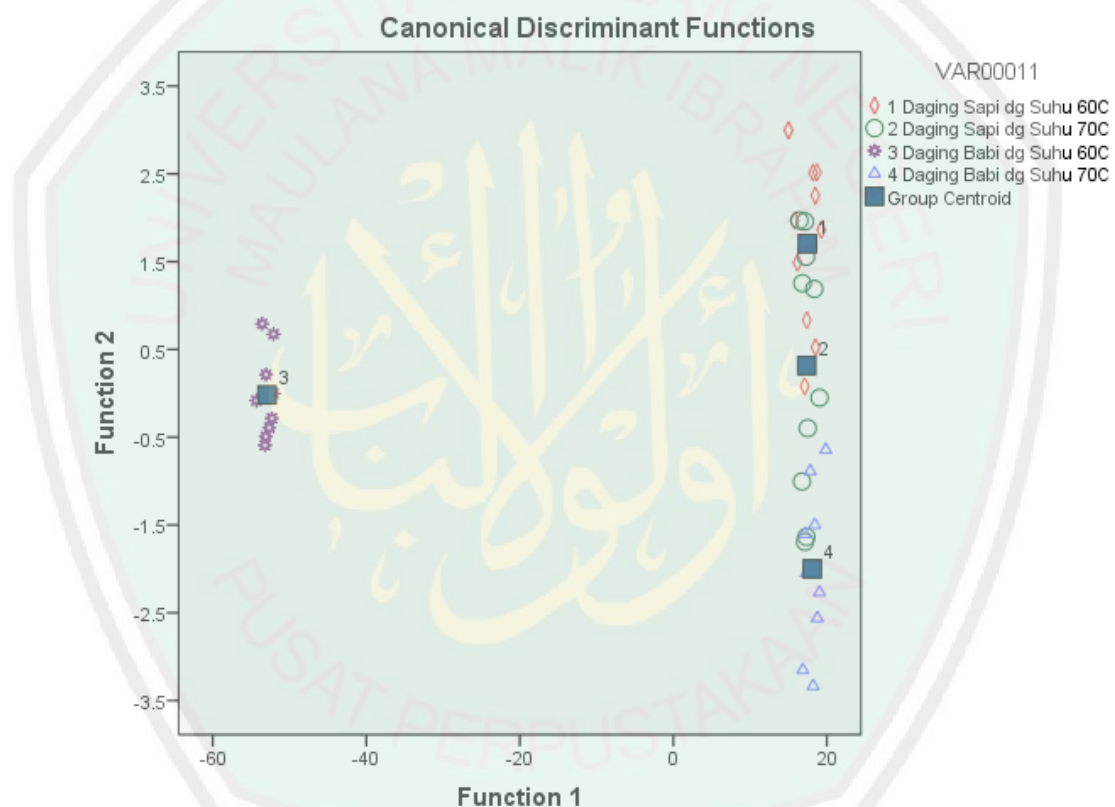


Gambar 4.17 klalsifikasi data hidung elektronik pada sampel daging babi dengan pemanasan sampel , 60°C 70°C, 80°C.

Dari gambar 4.17 hanya terdapat 3 grup klasifikasi seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya data grup 1 (sampel dengan pemanasan 40⁰ C) dan grup 2 (sampel dengan pemanasan 50⁰ C) tidak kami gunakan dikarenakan hasil klasifikasi tidak berjalan seperti yang diinginkan jadi mohon maaf tidak kami gunakan. Untuk nomer 3 adalah sampel daging babi dengan pemanasan suhu 60⁰ C sebagian data agak menyebar dari titik *centroid*, untuk nomer 4 merupakan sampel daging babi

dengan pemanasan suhu 70° C hampir sama dengan suhu sebelumnya sebagian data masih myebebar dari titik *centroid*, dan nomer 5 merupakan sampel daging babi dengan pemanasan suhu 80° C pada suhu ini banyak data yang tidak mengumpul dari *centroid*.

c. **Klasifikasi Sampel Daging Sapi Dan Daging Babi Menggunakan Hidung Elektronik Dengan Metode LDA**



Gambar 4.18 klasifikasi data babi dan sapi menggunakan hidung elektronik

Dari gambar di atas nomor 1 dan 2 merupakan daging sapi dengan suhu *chamber* 60°c dan 70°c, untuk nomor 3 dan 4 yaitu daging babi dengan suhu *chamber* 60°c dan 70°c. Daging babi dengan suhu *chamber* 60°c hasilnya cukup

bagus datanya tidak terlalu munyebar dari *centroid*, untuk suhu 70°C data yang didapat agak menyebarkan dari *centroid*.

4.4 Kajian Integrasi Daging Babi Dan Daging Sapi Dengan Hidung

Elektronik

Daging sudah menjadi kebutuhan bagi masyarakat salah satu makanan yang paling sering dimakan sebagai sumber protein. Terdapat banyak jenis daging dari hewan yang paling umum (seperti hewan ternak dan unggas). Salah satu sumber protein hewani yang sangat potensial untuk pemenuhan kebutuhan protein, adalah daging sapi karena mempunyai kandungan nilai gizi yang tinggi dan asam amino esensial yang lengkap bagi tubuh.

Namun ada pula yang mencampur olahan daging sapi dengan daging babi. Selain itu, daging babi mudah dipalsukan menjadi daging sapi dengan menyiramkan darah sapi segar pada daging babi. Daging babi warna merah pucat, mempunyai serat daging halus dan lemaknya berwarna putih (Sudarisman dan Elvina, 1996).

Didalam Tafsir Ibnu Katsir surat Al-Baqoroh ayat 173 dijelaskan

إِنَّمَا حَرَّمَ عَلَيْكُمُ الْمَيْتَةَ وَالْدَّمَ وَحُمَّ الْخِنْزِيرِ وَمَا أُهْلَ بِهِ لِغَيْرِ اللَّهِ ۖ فَمَنِ اضْطُرَّ غَيْرَ بَاغٍ وَلَا عَادٍ فَلَا إِثْمَ عَلَيْهِ ۗ
 إِنَّ اللَّهَ غَفُورٌ رَّحِيمٌ ١٧٣

“173. Sesungguhnya Allah hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang yang (ketika disembelih) disebut (nama) selain Allah tetapi barangsiapa dalam keadaan terpaksa (memakannya) sedang Dia tidak menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, Maka tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang.”

Selain pengharamannya dalam surat Al Baqarah ayat 173 di atas, Allah Ta'ala juga berfirman,

قُلْ لَا أَجِدُ فِي مَا أُوحِيَ إِلَيَّ مُحَرَّمًا عَلَى طَاعِمٍ يَطْعَمُهُ إِلَّا أَنْ يَكُونَ مَيْتَةً أَوْ دَمًا مَسْفُوحًا أَوْ لَحْمَ خِنزِيرٍ فَإِنَّهُ رَجْسٌ ...

“Katakanlah: “Tiadalah aku peroleh dalam wahyu yang diwahyukan kepadaku, sesuatu yang diharamkan bagi orang yang hendak memakannya, kecuali kalau makanan itu bangkai, atau darah yang mengalir atau daging babi – karena sesungguhnya semua itu kotor – atau binatang yang disembelih atas nama selain Allah.” (QS. Al An’am: 145)

Shidiq Hasan Khon rahimahullah mengatakan, “Yang diharamkan dari babi adalah seluruh bagian babi. Sedangkan di sini disebutkan dagingnya saja karena biasanya yang dimakan adalah dagingnya.

Sudah jelas bahwa daging babi diharamkan bagi orang muslim, maka dari itu untuk dapat membedakan daging sapi dan daging babi hidung elektronik dapat menjadi solusi kedepannya agar lebih mudah dalam membedakan daging sapi dan daging babi.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa respon sensor menunjukkan perbedaan dan membentuk grup untuk masing-masing sampel, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor lain jenis hewan, pakan ternak, suhu udara, saat pengambilan data.
2. Dengan menggunakan metode *multivariat* LDA didapatkan 4 kelompok grup berbeda. Berdasarkan fungsi diskriminan ke-1 dengan nilai varian 99.8% dapat membedakan dan mengklasifikasi pengaruh suhu pada daging sapi dan daging babi.

5.1 Saran

Untuk penelitian selanjutnya untuk menggunakan pemanas yang lebih stabil agar tidak mempengaruhi hasil penelitian

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Quran. 2009. *Al-Quran dan Terjemahnya*. Jakarta: Departemen Agama RI.
- Arduino, 2011. *Datasheet Arduino UNO*.
<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUNO>. Diakses tanggal 24 September 2017
- Ariffudin, Satriya Dwi. 2014. *Perancangan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair*. JRM. Vol. 1: 52-57.
- Arman, Muhammad., Eddy Erham dan Ahmad Aditya. Tanpa tahun. *Akuisisi Data Temperatur Secara Portabel Menggunakan Usb-Daq dengan Software LabVIEW 8.5*. Yogyakarta: Seminar on Application and Research in Industrial Technology, SMART Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada.
- Berna, Amalia. 2010. *Metal oxide sensors for elektronik nose and their application for food analysis*.CSIRO Entomology and CSIRO food future Flagship, GPO Box 1700, Canberra ACT 2601, Australia. ISSN 1424 8220.
- Brewer, M.S. 2006. *The Chemistry of Beef Flavor-Executive Summary*. Chicago: University of Illinois.
- Chi, T. and Huang D. 2008.*Implementation Study of an Electronic Nose System Based on Computing Mechanisms*, Fourth International Conference on Natural Computation IEEE Electronic Society
- Christien Arisona, Dian. 2015. *Analisis Diskriminan Linier pada Klasifikasi Nasabah Menunggak dan Tidak Menunggak dengan Metode Cross Validation*. Skripsi. Makasar: Universitas Hasanudin.
- Damayanti, Fitri. 2010. *Pengenalan Citra Wajah Menggunakan Metode Two Dimensional Linear Discriminant Analysis Dan Support Vector Machine*. Vol. 5. No. 3 0216 – 0544. Diakses 22 November 2016 pukul 02.00 WIB.
- Donoghue, Paula. 2008. *A Review of the Pork Food Chain*. Summary Document. Available from: www.safefood.eu. [Accessed 16 Februari 2017].
- Fenner, R.A. dan Stuetz, R.M. 1999. *The Application of Electronic Nose Technology to Environmental Monitoring of Water and Wastewater Treatment Activities*. Water Environment Federation. 71: 282-289.
- Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), 2009a. *Sources of Meat*. Available from: [Accessed 04 September 2016].

- Fraden, Jacob. 2010. *Handbook of Modern Sensor: Physics, Design, and Applications. Fourth Edition*. New York: Springer.
- Fukunaga, K. 1990. *Introduction to Statistical Pattern Recognition Second*. Boston: Harcourt Brace Jovanovich.
- Gardner, Julian W. 1994. *Chapter 11: Smart Sensor, Microsensor Principles and Applications*. John Wiley and Sons.
- Gifson, Albert., dan Slamet. 2009. *Sistem Pemantau Ruang Jarak Jauh Dengan Sensor Passive Infrared Berbasis Mikrokontroler AT89S52*, Teknik Elektro Universitas Budi Luhur, Telkomnika Vol.7, hlm 201-206.
- H. K. Patel. 2014. *The electronic nose Biological and medical Physics, biomedical engineering*. Springer India. Artificial Olfaction Technology.
- Hodgins, D. 1995. *The Development of an Electronic "Nose" for Industrial and Environmental Applications*. Sens. Actuators B, 255: 26-27.
- Hodgins, D., dan Simmonds, D. 1995. *The Electronic Nose and its Application to the Manufacture of Food Products*. Autom. Chem., 17: 179.
- Isnaini, Nur Laila. 2015. *Pengenalan Pola Respon Array Sensor Gas Dengan Menggunakan Metode Principal Component Analysis (Pca) Dan Cluster Analysis (Ca) (Studi Kasus Pada Daging Sapi Dan Daging Babi)*. Skripsi. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Katsir, Ibnu al-Imam Abul Fida Ismail. 2000. *Tafsir Ibnu kasir Juz 1*. Bandung: Sinar Baru Algesino.
- Khon, Shidiq Hasan. 1422 H. *Ar Roudhotun Nadhiyah Syarh Ad Durorul Bahiyah, 2/273*, Darul Aqidah.
- Liang Z. Li Y. and Shi P. A. 2008. *Note on Two Dimensional Linear Discriminant Analysis*. Pattern Recogn. 29: 2122-2128.
- MacLeod, G. 1994. *The Flavor of Beef. in Flavor of Meat and Meat Products*. London: Academic and Professional.
- Marcus, J.B. 2005. *Culinary Applications of Umami*. Food Technology. 59(5): 24-30.
- Natale, C.D., Macagnano, A., Martinelli, E., Paolesse, R., Proietti, E., and D'Amico A., 2001, *The evaluation of quality of post-harvest oranges and apples by means of an electronic nose*, Sens. Actuators B 78 26-31.
- National Instruments. 2001. *LabVIEW User Manual*. National Instruments

- Ohba, Ryoji. 1992. *Intelligent Sensor Technology*. John Wiley & Sons.
- Park, J and Mackay, S. 2009. *Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems*. United kingdom. IDC Technologies.
- Prof. Gudono, Ph. D. CMA. 2015. *Analisis Data Multivariat*. Yogyakarta: BPFE.
- Rakhmat S. 1999. *Tutorial Hardware (PPI, Microcontroller & Sistem Akuisisi Data)*. Surabaya: ITS
- Schiffman, S.S., Gutierrez-Osuna, R., Nagle, H.T., Kermani, B., 2003, *Handbook of Machine Olfaction*, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- Setiawan, wahyudi. 2012. *Sistem Deteksi Retiopati Diabetik menggunakan Support Vektor Machine*. Tesis. Semarang: Universitas Diponegoro Semarang.
- Simanjuntak, Maratur Gabe. 2012. *Perancangan Prototipe Smart Building Berbasis Arduino Uno*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Soeparno, 1992. *Ilmu dan Teknologi Daging*. Yogyakarta: UGM Press.
- Spanier, A.M., Vercellotti, J.R. and James, J.R.C. 1992. *Correlation of Sensory, Instrumental and Chemical Attributes of Beef as Influenced by Meat Structure and Oxygen Exclusion*. Food Science Journal. 57:10-15.
- Sudarisman dan Elvina. 1996. *Petunjuk Memilih Produk Ikan dan Daging*. Jakarta: Swadaya Jakarta.
- Syam, Rafiuddin. 2013. *Dasar Dasar Teknik Sensor Untuk Beberapa Kasus Sederhana*. Makasar: Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
- Wu, S.Y. dan Zou, X.B. 2000. *Progress in The Application Research of Electronic Nose for Foods*. Journal of Jiangsu University of Science and Technology (Natural Science). Vol. 21, pp. 13-17.
- Zhang, Z., Tong, J., Chen, D.H., dan Lan, Y.B. 2008. *Electronic Nose with an Air Sensor Matrix for Detecting Beef Freshness*. Journal of Bionic Engineering, Vol. 5, pp. 67-73.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto Penelitian



Foto saat pengambilan data



Respon hidung elektronik menggunakan software LabView

Lampiran 2 Data hasil Penelitian

1. Data Babi

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
40P1	171672	281868,1	211324,8	201646,3	214212,8	811790,8	122186,4	211663,3	122148,2	124062,6
40P2	185703,6	267338,1	210191,9	200440,9	213041,7	805818,7	121726,8	210713,2	121734,1	123588,3
40P3	166780,3	276992,6	209465,7	199581,9	212250,9	806381,7	121567,5	209985,6	121488,6	123230,1
40P4	166169,3	279371,5	209452,5	199403,1	212172,5	804959,3	121530,8	209663,7	121471	123306,1
40P5	143502,4	252478,4	214088,4	204403,5	216788,7	802250,5	122987,1	213491	123230,6	125202,4
40P6	170831,2	255825,6	214440,7	205475,6	218470,9	800801,1	123389,4	214960,1	123917,1	126072,6
40P7	145665,2	264110	214863,5	205731,9	218639,5	800841,3	123519,7	215128,6	124001,9	126091,2
40P8	133890,5	263617,6	215412,8	206327,2	219045,2	800181,8	123684,3	215598	124182,2	126178,9
40P9	136534,6	268645	215230,5	206018,1	218821,8	800422,4	123561,8	215365,8	124080,3	126143,2
40P10	134175,7	270778,9	215324,1	206373,8	219201	801530,7	123676	215768,1	124312	126297,5
50P1	177331	265932,8	216915,7	207927,6	220974,3	805915,7	124598,7	217327,3	125263,6	127337,8
50P2	165577,9	266564,9	217233,2	208144,7	221086	805335,1	124789,3	217705	125375,3	127357,9
50P3	124596,2	256029,4	215939,6	207147	219945,8	800255,8	123933,3	216392,8	124600,1	126719,4
50P4	124392,4	255113,6	217890,8	208613,1	220778,8	807223,1	124523,7	217693,8	125014,2	126861
50P5	126143,6	263079	218072,1	208309,8	220221,7	809734,3	124504,1	217275,3	124732,9	126605,7
50P6	191846,8	273877,2	212736	203180	215694,6	256083,3	122620,1	213070,6	122824,9	124656
50P7	192216,7	273911	210549,6	200862,8	213573,9	808706,3	121907,1	210955,3	121882,6	123711,8
50P8	173490,4	247134,4	214863	205592,7	218460,6	804995	123444,7	214953,2	123926,4	125971,7
50P9	128155,1	240105,4	215865,1	206589,4	219290,7	805536	123768,1	215832,8	124303,2	126303,4
50P10	143202	248391,8	215740,1	206899,1	219798,8	805821,7	123841,6	216096,4	124468,3	126541
60P1	135975	285246,6	216859,3	208187,3	221135,5	804950,4	124364,5	217363,5	125070,1	127130,5
60P2	130477,2	268379,9	215566,7	206440,4	219124,1	804149,3	123796,5	215975,8	124240	126150,5
60P3	159679,7	276880,4	212532,1	202944,3	215448,1	805434,1	122617,6	212710,5	122730,3	124587,4
60P4	176946,4	283167,1	211304,2	201203,8	213610,6	806309,2	122021,8	211172,4	122001,7	123806,3
60P5	195617,8	285349,5	211467,8	201189,1	213338,7	805016,1	121979,6	210974,9	121830,2	123656,4
60P6	192682,7	280558,3	212153,8	202234,8	214721,4	805831,5	122618,1	212046	122486,3	124283,6
60P7	193980,7	282542,3	211086,1	201175,9	213618	802757,2	121997,8	211023,4	121920,8	123799
60P8	195707	287526,6	211033,2	200901,5	213275,9	803874,4	121951,7	210879,3	121833,6	123643,2
60P9	189197,8	283752,6	210372,2	200515,8	213032,4	803489,3	121738,1	210424,1	121681,7	123563,3
60P10	194373,7	283349,4	210296,2	200402,7	213006,4	803052,7	121728,3	210367,8	121702,8	123548,6
70P1	196029,9	286890,1	210069,4	200266,4	213085,3	802599,4	121671,9	210338,9	121724,8	123593,2
70P2	200080,2	296059,5	209506,4	199880,8	212572,8	800750,7	121499,9	209928,7	121558,2	123466,8
70P3	208441,6	313731,8	209345,6	199425,6	212218	802920,4	121482,8	209714,1	121491,1	123351,1
70P4	143882,6	316495,4	209131,5	199252,1	212038,7	801258,8	121393,1	209548,5	121392,1	123334
70P5	187584,3	285046,7	212605,6	203319,6	216285,5	464579,3	122572	213003,5	123112	125149,4
70P6	134246,8	257392,6	214619	205262,5	217843,2	812020,7	123592,7	215102,2	123728,4	125601,7
70P7	132077,5	264178,1	212996,1	203507,8	215967	809058,6	122883,2	213286,2	122960,1	124824,6
70P8	142069,6	265814,2	212904,5	203342,2	215821	811154,8	122733,7	213115,7	122757,7	124676,1
70P9	149236,9	282466,9	210041	200178,2	212782	810828,5	121659,7	210410,4	121628,8	123499,1

70P10	134412,4	279594	209450,5	199616,7	212284,2	812773,8	121457,3	209790,1	121366,1	123272,7
80P1	140282,6	279125,1	210024,3	199918	212442	810001,4	121649,9	210124,7	121503,8	123382
80P2	158305,8	275137,9	209720	199562,8	211952	809736,8	121459,7	209678,8	121357,8	123103,2
80P3	123300,2	278162,2	208782,6	198669	211222,3	811903,5	121133,4	208911,5	120956	122748,9
80P4	193691,1	278032,9	209433,4	199192,8	211638,4	811784	121431,8	209365,7	121193,7	122956,7
80P5	160568,6	251888,4	210245,3	200160,6	212913,8	807361,7	121541,1	209712,7	121518,5	123513,3
80P6	172920,5	249229,2	213056,4	203838	216860,3	808008	122727,4	213060,8	123184	125259,2
80P7	132377,4	258846,4	214081	205124,8	218215,6	808203,6	123370,2	214512,7	123774	125972,6
80P8	125372,9	260260,6	214676,8	205687,3	218695,8	804882,3	123478,5	215030,6	124085,2	126116,7
80P9	174202,4	267533,6	214951,7	205815,2	218806,6	806793,8	123725,5	215333,4	124258,6	126204,4
80P10	142112,3	251709,1	213832,1	204602,4	217268	811561,5	123311,9	214428,9	123549,1	125485,6

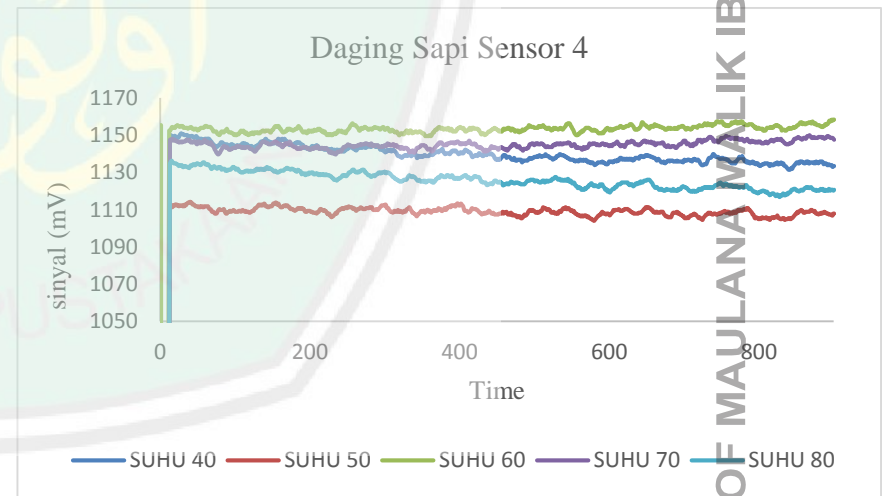
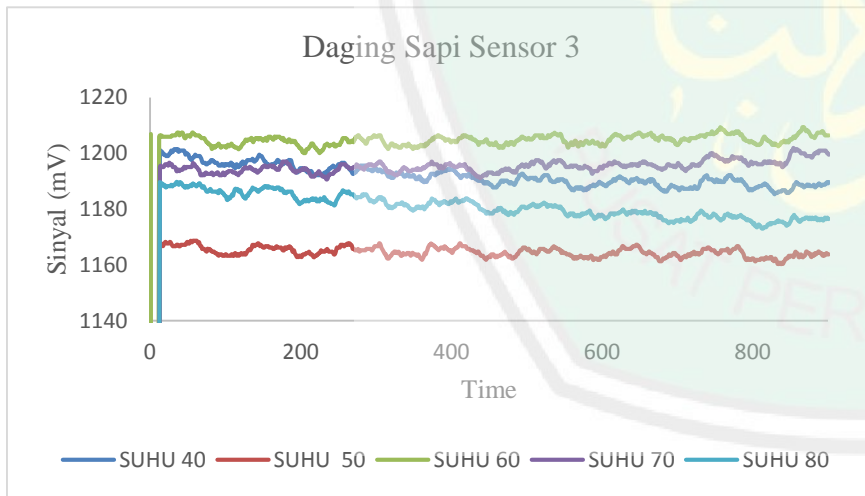
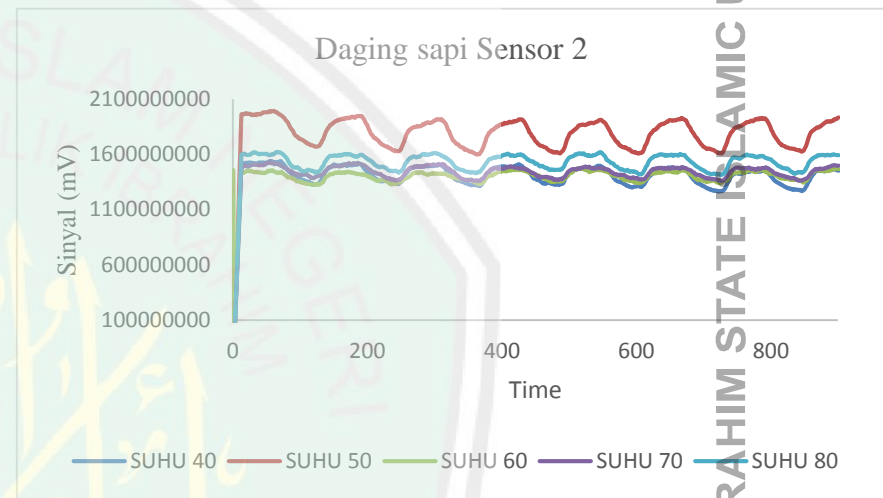
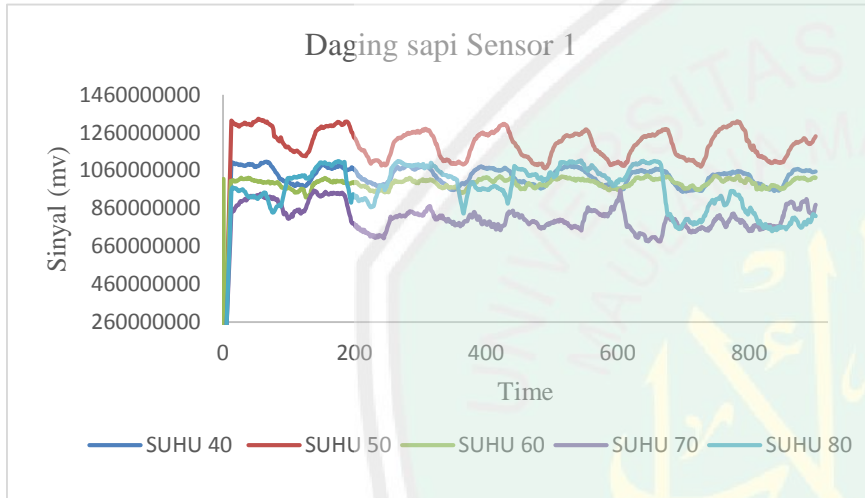
2. Data Sapi

	s1	s2	s3	s4	s5	s6	s7	s8	s9	s10
40p1	183596,1	249159,1	213970,3	204346,7	216730,4	797566,6	123238,9	214227	123312,9	125190,1
40p2	185449,8	261599,2	212200,4	202579,7	215211,4	814441,3	122583,3	212610,5	122600	124459,5
40p3	180352,3	264538,3	210978,8	201285,6	213924,2	813221,2	122065,4	211299,3	122026,7	123832,8
40p4	187740,6	269681,8	210216,4	200513,4	213201,9	813445,1	121754,7	210629	121691	123558,9
40p5	194159,1	281326,6	209851,3	199832,3	212645,8	809083,6	121558,2	210153,7	121618	123395,7
40p6	196316,1	293885,8	208355,4	198224,1	211080,7	812150	120859,5	208579,8	120861,4	122703,8
40p7	190894,7	288946,1	209540,7	199628,5	212219	806699,3	121576,4	209837,1	121401,4	123309
40p8	198246,7	289869,8	210289,4	200399,7	213075,5	805548,2	121704,7	210381,5	121666,5	123541,7
40p9	193272,7	295512,1	210565,3	200698,1	213287,7	803843,5	121858,6	210680,9	121803,2	123645,6
40p10	201159,7	302518,7	210099,8	200173,8	212762,4	804274,7	121653,8	210270,3	121630,3	123445,7
50P1	215186,9	322898,7	209447,6	199346,7	211994,1	805761,4	121478,4	209641,1	121353,4	123234
50P2	182071,3	265851,5	213116,7	203537,7	215719,6	382804,2	122551,9	213014,8	122754,3	124628,1
50P3	85893,57	123765,2	93292,57	88863,46	94463,67	225615,1	53953,9	93404,78	54014,17	54817,77
50P4	176907,2	176907,2	176907,2	176907,2	176907,2	176907,2	176907,2	176907,2	176907,2	176907,2
50P5	185434,6	267506,7	216384	206937,3	219442,1	802407,8	123870,5	216010,6	124283,1	126237,7
50P6	183981,3	276269,4	216491,8	207333,2	219962	803422,1	124047,4	216438,4	124504,1	126493,5
50P7	176788,1	249997,5	220347,1	211130,7	223213,6	812502,3	125567,4	220071,7	125969,2	127743
50P8	179663,4	254523,6	218286,2	209148,2	221662,8	811139,6	124813,8	218354,8	125222,9	127090,3
50P9	180969,7	254949,9	217393,4	208055,5	220361,8	810353,7	124326,7	217157,2	124685,9	126683,1
50P10	179748,2	256272	217294,4	207840,4	219990,4	812103	124171,4	216728,5	124472,7	126431,8
60P1	179558,5	254730,4	217068	207971,2	220536,3	809547,6	124256,2	216992,1	124614,4	126634,1
60P2	178512,4	255735,9	216922,5	207866,3	220453	806563,5	124129,3	216776	124596,2	126624,3
60P3	176315,7	252702,3	216655	207205,8	219572,9	805249,3	123969,5	216183,1	124227,3	126183,8
60P4	143074,6	234640,9	220027,2	211050,4	223213,6	808614,2	125553,2	219981,6	126050,5	127889,5
60P5	170386,7	236912,6	217864,3	208595	220718,1	815391,9	124744,2	218132,3	125006,4	126738,5
60P6	157641,8	231208	212632,6	203597,9	216557	809988,1	122593,6	212917,7	122962,1	125036,7
60P7	155876,4	238852	212206,8	202841,4	215742,6	810048,4	122402	212081,3	122618,1	124541,3
60P8	164041,7	249660,4	211744,7	202322	215041,9	809939,6	122098,7	211386,5	122268,2	124079,3

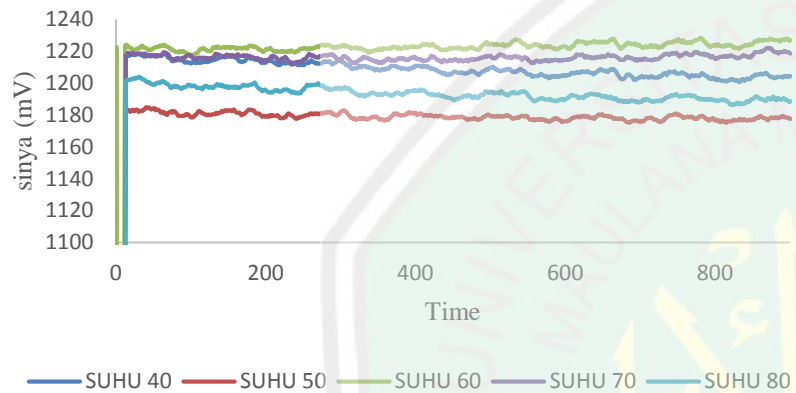
60P9	176995,8	253583,8	211206,2	201833	214677,8	807501,9	121774,8	210923,4	122006,1	124017
60P10	174627,7	258499,5	212296,9	203242,2	216290,9	805867,2	122425	212485,1	122853,8	124912,8
70P1	144271,2	258780,3	215665,2	206576,7	219268,6	807079,5	123625	215608,8	124148,9	126069,7
70P2	149405,9	259577,5	215981,7	206917,7	219813,5	807510,2	123748,5	215987,6	124332,1	126409,7
70P3	145204,6	258436,3	215713,2	206846,6	219735,1	805135,7	123663,3	215904,3	124366,9	126384,2
70P4	175427,8	268438,7	215534,8	206191	218717,9	812965,4	123939,6	215991	124222,4	126079
70P5	172602	284477,3	211058,7	201560	214307,9	810600,1	122143,8	211529,1	122226,6	124082,2
70P6	175817,9	290335,3	210684,8	200736,3	213276,4	814064,9	121733,2	210569,7	121722,9	123538,8
70P7	199213,9	292707,9	210110,5	200096,9	212588,5	810159,6	121527,4	210017,4	121564,6	123387,9
70P8	185356,2	266259,1	212371,4	203306,4	216423,7	805735,9	122563,2	212633,1	122928,8	125118,6
70P9	179984,8	259211,5	213610,6	203867,9	216273,3	807054	122839,6	213070,6	122920,9	124809,9
70P10	157386	259874,9	218014,7	208769,4	220925,8	811387,1	124622,7	217931,4	125003,4	126838
80P1	194134,1	345281,4	290714,6	277891,3	294339,6	1084640	166257,5	290135,9	166785,7	169219,1
80P2	148782,1	275355,5	211741,3	201742,3	214188,8	816311,1	122252,6	212019,1	122265,3	124049,4
80P3	172004,7	277512	210168,4	200236,1	212875,1	812391,1	121668	210569,2	121668,5	123482
80P4	181068,7	282714,3	209488,2	199457	212201,9	811472,3	121419,1	209820	121380,4	123276,7
80P5	199266,3	287927,9	208385,7	198385,3	211224,8	811379,2	120913,9	208766	120904,1	122729,3
80P6	201977,5	292906,8	208107,9	198220,2	211113,1	807156,9	120861,4	208516,1	120780,1	122631,8
80P7	194683,4	292400,6	207478,7	197477,4	210310,9	807360,8	120616	207902,1	120561,6	122373,1
80P8	199647,1	288999,1	206595,3	196546,4	209509,3	808265,8	120276,9	207049	120142,1	122059
80P9	211576,1	307651,4	206917,7	196622,8	209261,9	802555,8	120287,2	207061,8	120156,8	121910,5
80P10	204164,9	295455,3	206660,9	196412,6	209034	800136,2	120181,8	206680,5	120071,6	121838



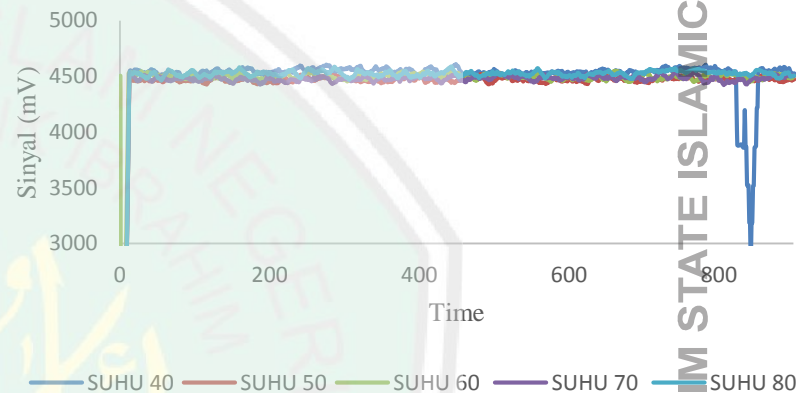
Lampiran 3 Grafik Respon Array Sensor



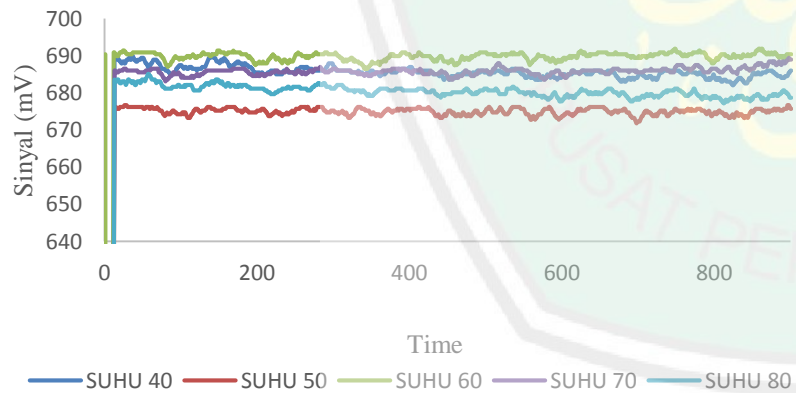
Daging Sapi Sensor 5



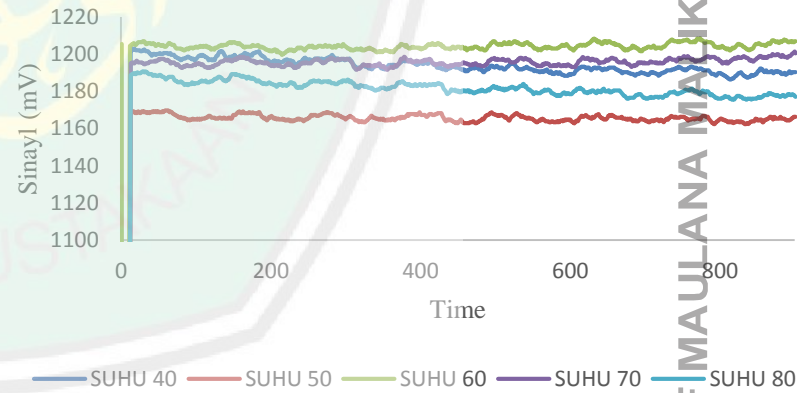
Daging Sapi Sensor 6

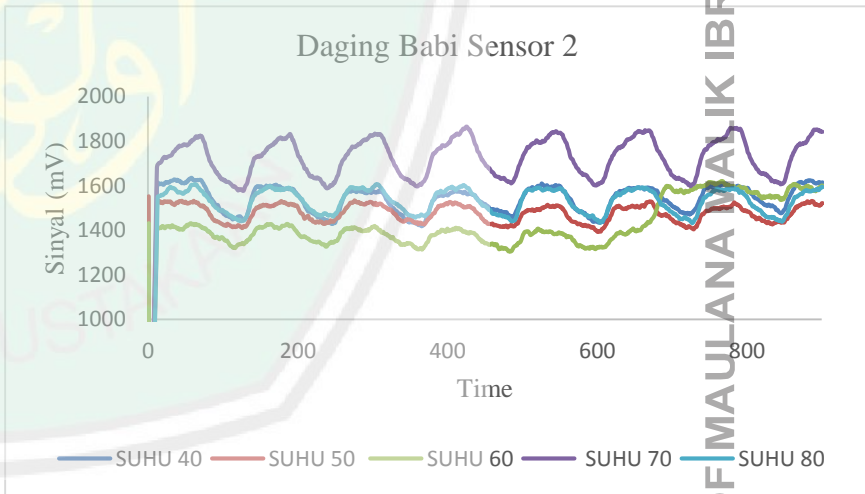
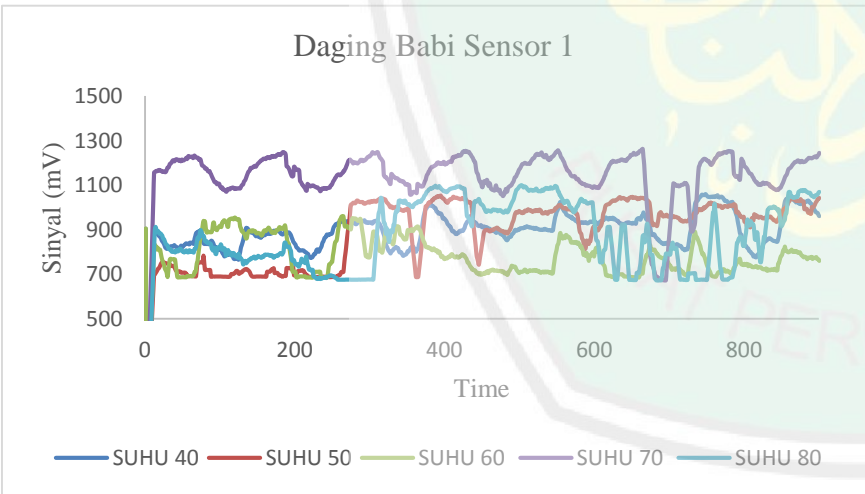
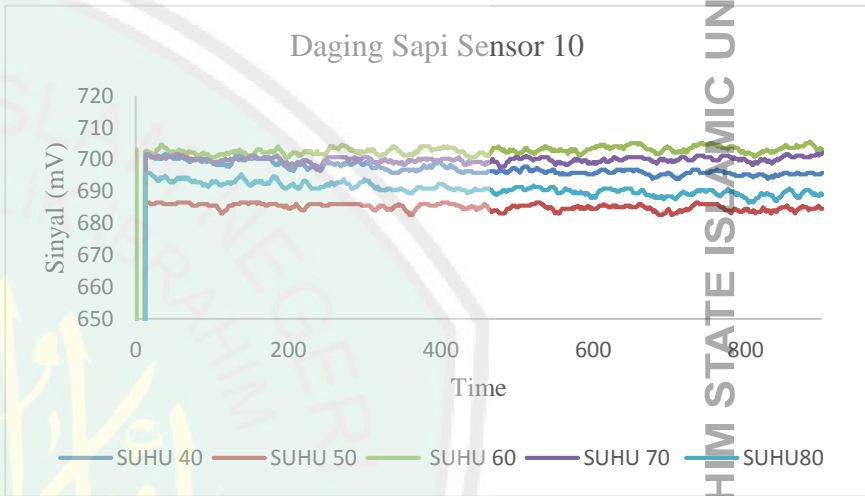
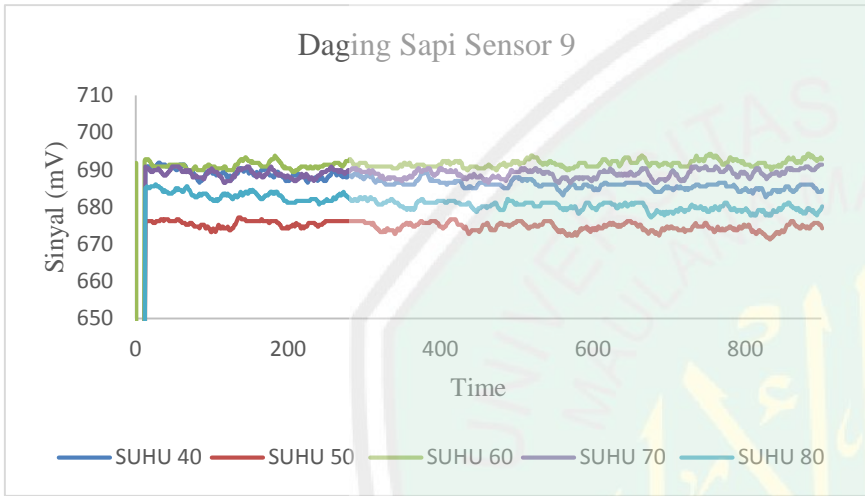


Daging Sapi Sensor 7

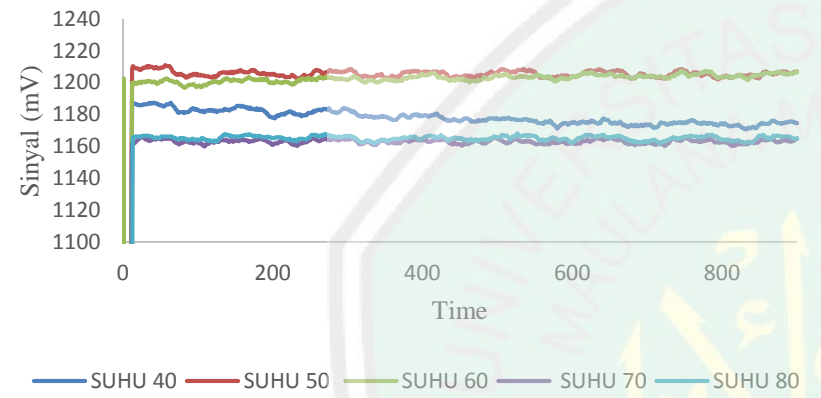


Daging sapi Sensor 8

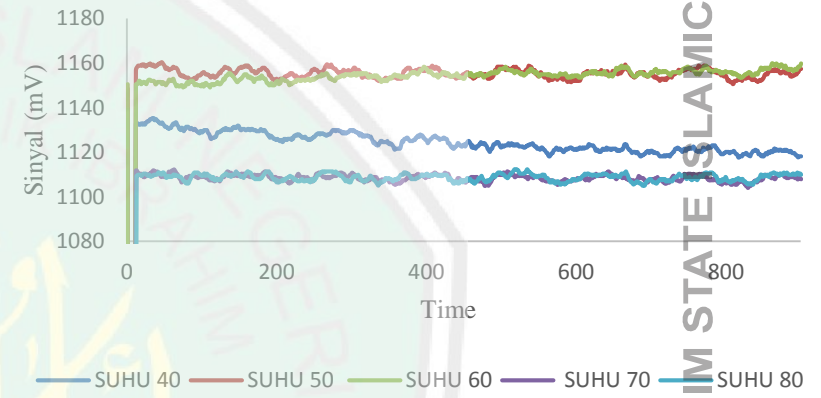




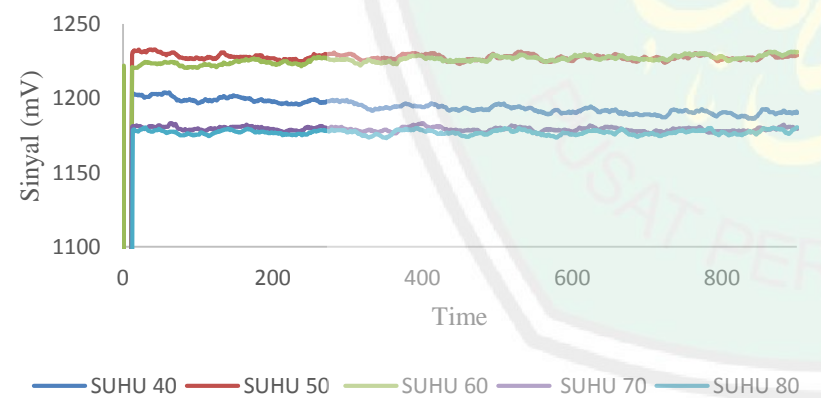
Daging Babi Sensor 3



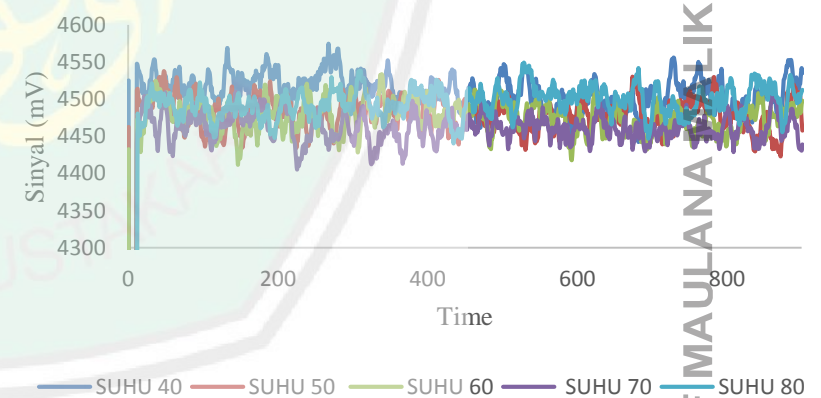
Daging Babi Sensor 4



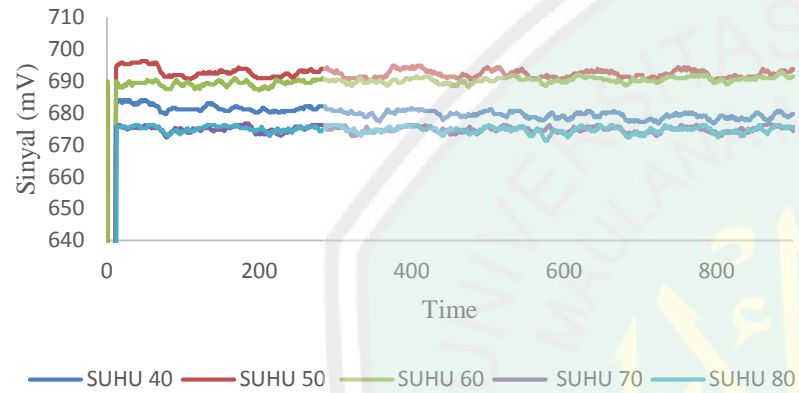
Daging Babi Sensor 5



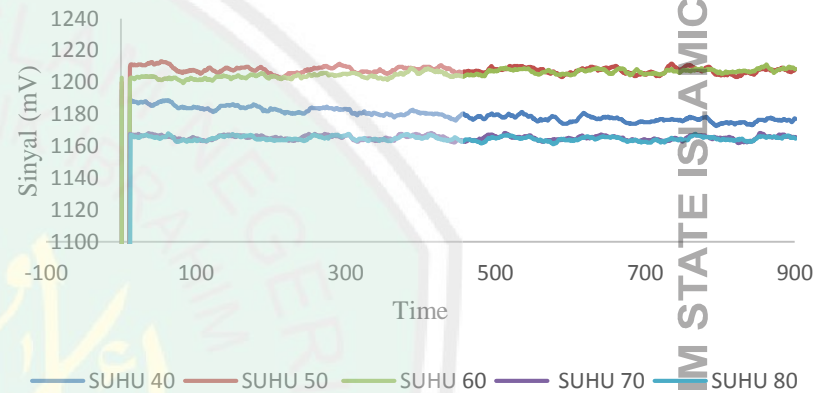
Daging Babi Sensor 6



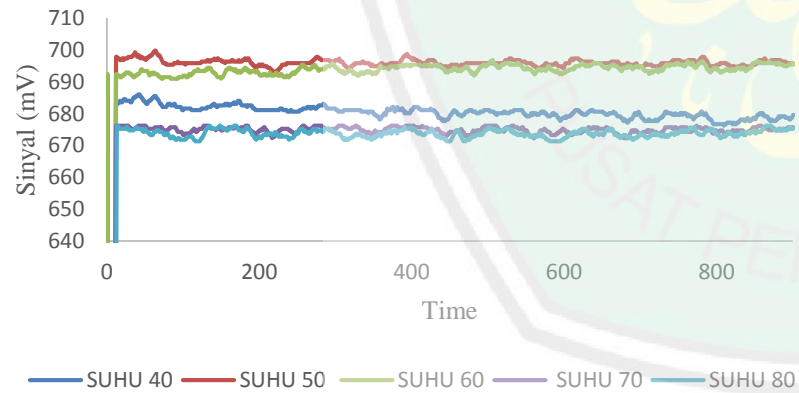
Daging Babi Sensor 7



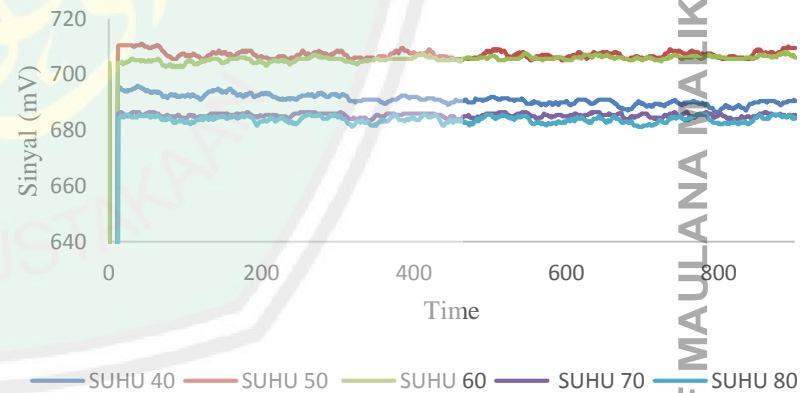
Daging Babi Sensor 8



Daging Babi sensor 9



Daging Babi Sensor 10





BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : Moh. Nadhif Muttaqin
NIM : 2640043
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/ Fisika
Judul Skripsi : Pengaruh Suhu Pada *Chamber Volatile Organic Compounds* (Daging Sapi Dan Babi) Berbasis Electronic Nose Dengan Menggunakan Metode *Linear Discriminant Analysis* (LDA)
Pembimbing I : Dr. Imam Tazi, M.Si
Pembimbing II : Drs. Abdul Basid, M.Si

No	Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	15 Januari 2018	Konsultasi Bab I, II, dan III	
2	12 Februari 2018	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
3	13 Juli 2018	Konsultasi Kajian Agama Bab I dan II	
4	31 Juli 2018	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
5	03 Agustus 2018	Konsultasi Bab IV	
6	18 September 2018	Konsultasi Kajian Agama Bab I, II, & IV	
7	24 September 2018	Konsultasi Bab V	
8	27 September 2018	Konsultasi Semua Bab, Abstrak dan ACC	
9	28 September 2018	Konsultasi Kajian Agama dan ACC	

Malang, 10 Desember 2018
Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika,

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003