

**IDENTIFIKASI JENIS DAGING MENGGUNAKAN
SENSOR ZnO-Ag**

SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari
Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.



Oleh:

Evanisa Rovadhona
3334200057

**JURUSAN TEKNIK METALURGI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

**IDENTIFIKASI JENIS DAGING MENGGUNAKAN
SENSOR ZnO-Ag**

SKRIPSI

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar Sarjana Teknik dari
Jurusan Teknik Metalurgi Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Disetujui untuk Jurusan Teknik Metalurgi oleh:

Pembimbing I



Dr. Ir. Amalia Sholehah, S.Si., M.Si.
NIP. 197905022005012005

Pembimbing II



Rahman Faiz Suwandana, S.T., M.S.
NIP. 199406202019031018

LEMBAR PERSETUJUAN

IDENTIFIKASI JENIS DAGING MENGGUNAKAN
SENSOR ZnO-Ag

SKRIPSI

Disusun dan diajukan oleh:

Evanisa Rovadhona

5334200057

Telah disidangkan di depan dewan penguji pada tanggal

04 Juli 2024

Susunan Dewan Penguji

Tanda Tangan

Penguji I : Dr. Ir. Amalia Sholehah, S.Si., M.Si.

Penguji II : Rahman Faiz Suwandana, S.T., M.S.

Penguji III : Dr. Indah Uswatun Hasanah, S.Si., M.T.





Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh
gelar Sarjana Teknik

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Metalurgi



Abdul Aziz, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 198003072005011002

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya sebagai penulis Skripsi berikut:

Judul : Identifikasi Jenis Daging Menggunakan Sensor ZnO-Ag

Nama Mahasiswa : Evanisa Rovadhona

NIM : 3334200057

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Skripsi tersebut di atas adalah benar-benar hasil karya asli saya dan tidak memuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Cilegon, 28 Juni 2024


Evanisa Rovadhona
NIM. 3334200057

ABSTRAK

Daging merupakan salah satu jenis protein yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Banyaknya distribusi dan konsumsi daging di dunia membuat konsumen harus lebih tanggap terhadap pemilihan daging dengan jenis dan kualitas tertentu. Identifikasi jenis dan kualitas daging dapat digunakan dengan menggunakan sensor kapasitif. Sensor kapasitif bekerja berdasarkan prinsip perubahan kapasitansi yang terjadi ketika sebuah objek mendekati atau bersentuhan dengan sensor. Pada penelitian ini, sensor kapasitif dibuat menggunakan substrat PMMA yang dilapisi oleh lapisan ZnO-Ag dengan metode *seeding* berupa *spin coating* dan metode *chemical bath deposition*. Lapisan ZnO-Ag berhasil tumbuh dengan nano struktur yang didominasi oleh *nanoflakes* dan *nanoflower* pada beberapa bagian. Ketebalan lapisan ZnO-Ag yang terbentuk pada substrat PMMA yang telah disintesis adalah sebesar 0,362 μm . Proses sintesis tersebut menghasilkan nilai spektrum serapan sebesar 0,0306 dan nilai transmitansi sebesar 96%. Selain itu, penambahan Ag juga berdampak pada penurunan energi celah pita yang dihasilkan dibandingkan dengan ZnO murni. Energi celah pita ZnO-Ag yang didapatkan pada penelitian ini adalah sebesar 3,1407 eV. Sampel daging yang digunakan untuk pengukuran merupakan daging mentah yang dihaluskan. Pada pengukuran nilai impedansi variasi daging, didapatkan nilai impedansi secara berturut-turut adalah daging babi 0,1256 Ω , sapi 0,1145 Ω , kambing 0,1082 Ω , bebek 0,1095 Ω , ikan 0,09629 Ω , dan ayam 0,0612 Ω . Daging babi memiliki nilai tertinggi karena memiliki kandungan air yang paling sedikit dibandingkan jenis daging lainnya. Hal tersebut dikarenakan semakin banyak air dalam sampel, semakin banyak jalur untuk arus mengalir, sehingga mengurangi hambatan dan menurunkan impedansi.

Kata Kunci: Sensor Kapasitif, ZnO-Ag, *Spin Coating*, Impedansi, Daging.

ABSTRACT

Meat is one type of protein that is widely consumed by Indonesian people. The large distribution and consumption of meat in the world requires consumers to be more responsive to the selection of meat with certain types and qualities. Identification of the type and quality of meat can be done using a capacitive sensor. Capacitive sensors work based on the principle of capacitance changes that occur when an object approaches or comes into contact with the sensor. In this study, a capacitive sensor was made using a PMMA substrate coated with a ZnO-Ag layer using a seeding method in the form of spin coating and a chemical bath deposition method. The ZnO-Ag layer successfully grew with a nanostructure dominated by nanoflakes and nanoflowers in several parts. The thickness of the ZnO-Ag layer formed on the synthesized PMMA substrate was 0.362 μm . The synthesis process produced an absorption spectrum value of 0.0306 and a transmittance value of 96%. In addition, the addition of Ag also had an impact on reducing the resulting band gap energy compared to pure ZnO. The ZnO-Ag band gap energy obtained in this study was 3.1407 eV. The meat samples used for measurement were raw minced meat. In measuring the impedance values of meat variations, the impedance values obtained were respectively pork 0.1256 Ω , beef 0.1145 Ω , goat 0.1082 Ω , duck 0.1095 Ω , fish 0.09629 Ω , and chicken 0.0612 Ω . Pork has the highest value because it has the least water content compared to other types of meat. This is because the more water in the sample, the more paths for current to flow, thereby reducing resistance and lowering impedance.

Keywords: Capacitive Sensor, ZnO-Ag, Spin Coating, Impedance, Meat.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT. atas berkat rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Identifikasi Jenis Daging Menggunakan Sensor ZnO-Ag”. Skripsi ini disusun untuk mendapatkan gelar Strata 1 di Jurusan Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada.

1. Yth. Bapak Abdul Aziz, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Metalurgi FT. Untirta.
2. Yth. Ibu Dr. Ir. Amalia Sholehah, S.Si., M.Si., selaku pembimbing pertama dan kepala Laboratorium *Advanced Materials and Tomography* yang telah membimbing penulis selama proses penelitian, penyusunan skripsi hingga sidang skripsi.
3. Yth. Bapak Rahman Faiz Suwandana, S.T., M.S., selaku pembimbing kedua dan koordinator skripsi Jurusan Teknik Metalurgi, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang telah membimbing penulis dalam penyusunan skripsi hingga sidang skripsi.
4. Bapak Mulyono, Ibu Kliyem, dan Mas Palka yang telah memberikan doa dan dukungan yang sangat berlimpah baik secara material dan moril kepada penulis untuk menyelesaikan studi.
5. Rekan-rekan laboratorium *Advanced Materials and Tomography* FT. UNTIRTA yang telah memberikan dukungan dan senantiasa terbuka untuk berbagai diskusi mengenai skripsi penulis.
6. Teman-teman *Behind the Scene*, rekan-rekan asisten Laboratorium Metalurgi FT UNTIRTA, serta seluruh teman-teman penulis yang telah memberikan semangat dan dukungan kepada penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
7. Evanisa Rovadhona.

Penulis menyadari masih adanya kesalahan dan juga kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar penelitian ini dapat dikembangkan. Akhir kata, penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan memberikan kontribusi terhadap perkembangan ilmu pengetahuan di dunia.

Cilegon, 28 Juni 2024

Evanisa Rovadhona

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	4
1.3 Tujuan.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Seng Oksida (<i>Zinc Oxide</i> , ZnO).....	7
2.2 Deposisi ZnO.....	9
2.2.1 <i>Chemical Bath Deposition</i> (CBD).....	10
2.2.2 <i>Spin Coating</i>	12
2.3 Sensor Impedansi	13
2.4 Sensor untuk Mendeteksi Daging.....	17
2.5 Karakterisasi Material	19
2.5.1 <i>Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy</i> (SEM-EDS).....	20

2.5.2	<i>X-Ray Diffractometer (XRD)</i>	22
2.5.3	Spektrofotometri UV-Vis	24
2.5.4	<i>Vector Network Analyzer (VNA)</i>	25
BAB III	METODE PENELITIAN	28
3.1	Tempat dan Waktu	28
3.2	Diagram Alir Penelitian.....	28
3.3	Alat dan Bahan	30
3.2.1	Alat-alat yang Digunakan	30
3.2.1	Bahan-bahan yang Digunakan	32
3.4	Prosedur Penelitian.....	32
3.4.1	Proses Sintesis.....	32
3.4.2	Perakitan Sensor	34
3.4.3	Pengambilan Data	35
3.5	Proses Karakterisasi	36
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1	Karakterisasi SEM-EDS	37
4.2	Karakterisasi XRD	44
4.3	Karakterisasi UV-Vis	47
4.4	Karakterisasi Sensor	50
4.5	Uji Performa Sensor	54
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	64
5.1	Kesimpulan.....	64
5.2	Saran.....	65

DAFTAR PUSTAKA.....	66
CONTOH PERHITUNGAN	74
DATA HASIL PENELITIAN	79
GAMBAR ALAT DAN BAHAN.....	114
ANALISIS POLA XRD	122

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Daging Ayam, Babi, dan Sapi.....	18
Tabel 4. 1 Komposisi Fasa ZnO-Ag	43
Tabel B.1 Lampiran Data Perhitungan Karakterisasi Udara	80
Tabel B.2 Lampiran Data Nilai Impedansi Variasi Daging	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2.1 Struktur Kristal ZnO: (a) <i>rocksalt</i> , (b) <i>zincblende</i> , dan (c) <i>wurtzite</i> ..	8
Gambar 2.2 Struktur Kristal <i>Wurtzite</i>	9
Gambar 2.3 Skema Alat untuk Metode CBD	11
Gambar 2.4 Proses <i>Spin Coating</i>	12
Gambar 2.5 Struktur Fisik Kapasitor Sejajar	13
Gambar 2.6 Skema Analisis SEM	21
Gambar 2.7 Skema XRD	23
Gambar 2.8 Skema Pengukuran UV-Vis	24
Gambar 2.9 <i>One-port Network</i>	26
Gambar 2.10 <i>Two-port Network</i>	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 4. 1 Morfologi Hasil SEM Pada <i>Filtrat</i> ZnO-Ag; (a) Perbesaran 2.000x; (b) Perbesaran 5.000x; dan (c) Perbesaran 10.000x.....	38
Gambar 4. 2 Hasil EDX <i>Filtrat</i> Sampel ZnO-Ag.....	39
Gambar 4. 3 Hasil Pemetaan EDX <i>Filtrat</i> Sampel ZnO-Ag.	40
Gambar 4. 4 Pemetaan Persebaran Unsur Pada <i>Filtrat</i> , (a) Zn; (b) O; dan (c) Ag.	40
Gambar 4. 5 Morfologi Hasil SEM Pada <i>Substrat</i> ZnO-Ag; (a) Perbesaran 2.000x; (b) Perbesaran 5.000x; (c) Perbesaran 15.000x, dan (d) <i>cross section</i> perbesaran 10.000x.....	41

Gambar 4. 6 Hasil EDX Sampel <i>Substrat ZnO-Ag</i>	42
Gambar 4. 7 Hasil Pemetaan EDX <i>Substrat</i> Sampel ZnO-Ag.	44
Gambar 4. 8 Pemetaan Persebaran Unsur Pada <i>Substrat</i> , (a) Zn; (b) O; dan (c) Ag	44
Gambar 4. 9 Pola Difraksi XRD Fasa ZnO.	45
Gambar 4. 10 Pola Difraksi XRD Fasa ZnO-Ag.	46
Gambar 4.11 Grafik Absorbansi <i>Substrat ZnO-Ag</i>	48
Gambar 4.12 Grafik Transmittansi <i>Substrat ZnO-Ag</i>	49
Gambar 4.13 <i>Tauc Plot Substrat ZnO-Ag</i>	50
Gambar 4. 14 Kurva Impedansi Air dan Udara pada Frekuensi 250-700 MHz. .	53
Gambar 4. 15 Kurva Kapasitansi Air dan Udara pada Frekuensi 250-700 MHz.	53
Gambar 4. 16 Substrat PMMA yang Dilapisi ZnO-Ag dengan Metode <i>Spin Coating</i>	55
Gambar 4. 17 Kurva Impedansi Variasi Daging.	57
Gambar 4. 18 Kurva Impedansi Variasi Daging pada Frekuensi Kerja.....	58
Gambar 4. 19 Kurva Kapasitansi Variasi Daging.	59
Gambar 4. 20 Kurva Kapasitansi Variasi Daging pada Frekuensi Kerja.....	60
Gambar 4.21 Kurva Normalisasi Impedansi Variasi Daging.....	61
Gambar 4.22 Kurva Normalisasi Impedansi Variasi Daging Pada Frekuensi Resonansi.	61
Gambar 4. 23 Kurva Normalisasi Kapasitansi Variasi Daging.....	62
Gambar 4. 24 Kurva Normalisasi Kapasitansi Variasi Daging Pada Frekuensi Resonansi.	63

Gambar B. 1 Sensor ZnO-Ag	80
Gambar C. 1 Alat Pengujian SEM.....	115
Gambar C. 2 Alat Pengujian UV-Vis.....	115
Gambar C. 3 Alat Pengujian XRD	115
Gambar C. 4 Aluminium Foil.....	115
Gambar C. 5 Akuabides	115
Gambar C. 6 Akuades	115
Gambar C. 7 Batang Pengaduk	115
Gambar C. 8 <i>Binder Clip</i>	115
Gambar C. 9 <i>Blender</i>	116
Gambar C. 10 <i>Box Oscilator</i>	116
Gambar C. 11 Cat PiloX.....	116
Gambar C. 12 Cawan Petri.....	116
Gambar C. 13 <i>Cool Box</i>	116
Gambar C. 14 <i>Cutter</i>	116
Gambar C. 15 <i>Cutter</i> Akrilik.....	116
Gambar C. 16 Daging Ayam.....	116
Gambar C. 17 Daging Babi	117
Gambar C. 18 Daging Bebek	117
Gambar C. 19 Daging Ikan.....	117
Gambar C. 20 Daging Kambing.....	117
Gambar C. 21 Daging Sapi.....	117
Gambar C. 22 Desikator	117

Gambar C. 23 <i>Foam Tape</i>	117
Gambar C. 24 Gelas Piala	117
Gambar C. 25 Gunting	118
Gambar C. 26 <i>Hair Dryer</i>	118
Gambar C. 27 Heksa Metil Tetra.....	118
Gambar C. 28 <i>Ion Sputter Coater SEM</i>	118
Gambar C. 29 Kabel Koaksial.....	118
Gambar C. 30 Kawat Pengikat	118
Gambar C. 31 Kertas Minyak.....	118
Gambar C. 32 Kertas Saring <i>Whatman</i>	118
Gambar C. 33 Kotak Penyimpanan <i>Substrat</i>	119
Gambar C. 34 Lakban Kertas	119
Gambar C. 35 Loyang	119
Gambar C. 36 Neraca Analitik	119
Gambar C. 37 Oven.....	119
Gambar C. 38 Penggaris.....	119
Gambar C. 39 Perak Nitrat (AgNO_3)	119
Gambar C. 40 Pinset.....	119
Gambar C. 41 Pipet Tetes	120
Gambar C. 42 Port BNC.....	120
Gambar C. 43 Sarung Tangan Latex	120
Gambar C. 44 Seng Nitrat Heksa Hidrat ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$).....	120
Gambar C. 45 Spatula	120

Gambar C. 46 <i>Spin Coater</i>	120
Gambar C. 47 <i>Substrat PMMA</i>	120
Gambar C. 48 Tembaga Foil	120
Gambar C. 49 Termometer	121
Gambar C. 50 <i>Ultrasonic Cleaner</i>	121
Gambar C. 51 <i>Vector Network Analyzer</i>	121
Gambar C. 52 <i>Wrap Plastic</i>	121
Gambar C. 53 Lem Tembak	121
Gambar C. 54 Amidis.....	121

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi memiliki perkembangan yang sangat pesat dari masa ke masa. Hal tersebut terjadi karena beberapa faktor, salah satunya ialah kebutuhan manusia. Salah satu teknologi yang sangat berkembang pesat dan masih terus mengalami kemajuan adalah teknologi pada bidang pangan. Makanan yang dikonsumsi setiap harinya harus memiliki kandungan nutrisi yang baik agar dapat berdampak baik pada kesehatan konsumen. Dalam satu porsi makanan sehat umumnya terdiri dari karbohidrat, mineral, vitamin, serat, lemak, dan protein dalam jumlah tertentu yang sesuai dengan kebutuhan tubuh. Protein merupakan zat pembangun yang berperan penting dalam pembentukan dan perbaikan sel, jaringan, dan organ tubuh. Salah satu sumber protein ialah berasal dari daging.

Daging merupakan salah satu bahan pangan yang bergizi tinggi. Pengertian daging segar menurut SNI 3932:2008 adalah daging yang belum diolah atau ditambah dengan bahan apapun. Daging yang umum dikonsumsi oleh manusia di antaranya adalah daging ayam, sapi, dan babi. Secara penampilan, daging sapi dan daging babi memiliki karakteristik yang cukup mirip jika dibandingkan dengan jenis daging lainnya. Pada beberapa kepercayaan manusia juga terdapat larangan untuk mengonsumsi salah satu atau kedua dari daging tersebut.

Banyaknya distribusi dan konsumsi daging di dunia membuat konsumen harus lebih tanggap terhadap pemilihan daging dengan jenis dan kualitas tertentu. Oleh sebab itu, dibutuhkan suatu alat yang dapat digunakan dalam proses pendeteksian jenis daging tersebut secara cepat dan akurat. Alat pendeteksi jenis daging telah banyak dikembangkan dalam bentuk sebuah sensor.

Sensor merupakan suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik, dan sebagainya. Pengembangan sensor kini semakin meningkat dengan seiring bertambahnya ilmu pengetahuan dan juga majunya teknologi di dunia. Pada saat ini, sensor banyak dikembangkan untuk mendeteksi banyak hal, salah satunya adalah pendeteksi jenis daging.

Daging umumnya memiliki energi listrik yang berbeda yang disebut sebagai biolistrik. Sifat kelistrikan tersebut dapat digunakan untuk meninjau kualitas suatu daging tanpa merusak sampel uji. Sifat kelistrikan yang terdapat pada jaringan biologis dapat dianalogikan sebagai rangkaian elektronik berupa kapasitor dan resistor dengan hambatannya yang kompleks berupa nilai impedansi. Nilai impedansi pada suatu benda biotik disebut sebagai bioimpedansi yang cukup banyak pengembangannya pada saat ini.

Salah satu alat yang dapat digunakan untuk mendeteksi nilai impedansi listrik adalah dengan menggunakan sensor kapasitif. Sensor kapasitif mampu melakukan pengukuran secara non kontak sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi sifat listrik pada daging. Penelitian ini sebelumnya pernah dilakukan dengan menggunakan metode *seeding spray coating*. Namun hasil penumbuhan

lapisan dengan menggunakan metode *spray coating* cenderung kurang merata. Selain itu, pada penelitian sebelumnya juga pengujian performa sensor pada sampel dilakukan pada rentang frekuensi yang lebar, yaitu 10 MHz hingga 6 GHz. Namun pada rentang frekuensi rendah, nilai impedansi cenderung tidak dapat terdeteksi dibandingkan frekuensi di atas 1 GHz. Pengukuran tersebut tidak terbaca pada frekuensi yang rendah dikarenakan pengaruh dari lapisan hasil *seeding* yang kurang merata. Semakin rata lapisan *seeding*, maka semakin sedikit hambatan yang dihadapi gelombang elektromagnetik untuk menembus material, sehingga semakin sedikit interferensi yang terjadi antara gelombang yang datang dan gelombang pantulan, dan akan semakin mudah untuk mencapai resonansi. Hal ini memungkinkan gelombang elektromagnetik frekuensi rendah untuk mendeteksi lapisan *seeding* dengan lebih mudah dan menghasilkan sinyal yang lebih kuat.

Pada penelitian selanjutnya akan digunakan metode sintesis yang berbeda yaitu *spin coating*. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Rajath (2022), metode sintesis *spin coating* akan menghasilkan lapisan yang lebih seragam dan homogen. Kemudian pada penelitian yang akan dilakukan, sensor kapasitif akan ditinjau pada rentang frekuensi yang lebih rendah [1]. Berdasarkan penelitian Yue Leng dkk (2018), nilai impedansi akan berbanding terbalik dengan frekuensi [2]. Pada frekuensi yang rendah akan dihasilkan nilai impedansi yang lebih tinggi. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan material semikonduktor ZnO yang disintesis pada substrat *polymethyl methacrylate* (PMMA). PMMA merupakan jenis polimer dengan transparansi yang tinggi hingga mencapai 96%, serta dapat mentransmisikan cahaya tampak hingga 93%. Selain itu, PMMA juga memiliki sifat listrik dan isolasi yang tinggi. Kemudian dilakukan penambahan unsur perak

(Ag) pada lapisan ZnO karena memiliki kestabilan kimia dan kondivitas elektrikal yang tinggi sehingga dapat meningkatkan sensitivitas kerja sensor. Metode sintesis yang digunakan yang digunakan untuk mendeposisikan lapisan ZnO-Ag pada substrat PMMA ini adalah dengan *spin coating* dan *chemical bath deposition*. Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan sensor yang dapat mendeteksi jenis daging yang beredar secara cepat dan tepat dan dapat dimanfaatkan dengan baik oleh konsumen untuk mengetahui jenis daging yang akan dikonsumsi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, lapisan yang terbentuk pada hasil sintesis dengan menggunakan metode *spray coating* cenderung tidak merata. Lapisan yang tidak merata tersebut dapat mengurangi sensitivitas sensor. Selain itu, pada penelitian sebelumnya, dihasilkan nilai impedansi yang cenderung tidak terdeteksi pada frekuensi di bawah 1 GHz. Pada rentang frekuensi yang rendah, sampel daging akan memiliki nilai impedansi yang cenderung lebih tinggi dibandingkan pada rentang frekuensi yang tinggi. Dengan demikian, rumusan masalah untuk penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Apakah lapisan ZnO-Ag dapat ditumbuhkan pada substrat PMMA dengan menggunakan proses sintesis *spin coating* dan CBD?
2. Apakah terdapat pengaruh pengukuran pada rentang frekuensi di bawah 1 GHz pada hasil impedansi daging?

1.3 Tujuan

Berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan sebelumnya, terdapat beberapa tujuan dilakukannya penelitian ini sebagai berikut:

1. Membuat sensor ZnO-Ag yang ditumbuhkan di atas substrat PMMA dengan menggunakan metode *spin coating* dan *chemical bath deposition*.
2. Mengidentifikasi besaran impedansi dan kapasitansi dari daging ayam, daging babi, daging bebek, daging ikan, daging kambing, dan daging sapi dengan menggunakan sensor ZnO-Ag pada rentang frekuensi di bawah 1 GHz.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sampel yang digunakan adalah daging ayam, daging babi, daging bebek, daging ikan, daging kambing, dan daging sapi.
2. Proses sintesis dilakukan dengan menggunakan metode *spin coating* dan *chemical bath deposition*.
3. Karakterisasi yang digunakan adalah *scanning electron microscopy energy dispersive x-ray spectroscopy* (SEM-EDS), *x-ray diffractometer* (XRD), *ultraviolet-visible spectroscopy* (UV-Vis), dan *vector network analyze* (VNA).
4. Penelitian ini dilakukan di *Laboratorium Advance Material dan Tomography, Center of Excellent*, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini terdiri atas lima bab. Bab I menjelaskan mengenai latar belakang penelitian, identifikasi masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan. Bab II menjelaskan mengenai teori-teori yang mendukung penelitian ini sekaligus sebagai acuan dalam analisis dan pembahasan. Bab III menjelaskan mengenai tempat dan waktu penelitian, diagram alir penelitian, alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian, prosedur penelitian, dan pengujian serta karakterisasi sampel. Bab IV berisi hasil dan pembahasan mengenai hasil karakterisasi SEM-EDS, hasil karakterisasi XRD, hasil karakterisasi UV-Vis, karakterisasi sensor, dan uji performa sensor. Bab V berisi kesimpulan penelitian serta saran untuk penelitian selanjutnya. Kemudian terdapat daftar pustaka yang berisi referensi mengenai literatur pendukung yang digunakan dalam penyusunan proposal penelitian ini. Pada bagian terakhir terdapat lampiran-lampiran penelitian seperti lampiran perhitungan, lampiran data penelitian, serta lampiran alat dan bahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. H G dan Dr. H. V Byregowda, “Advantages of Spin Coating Over Other Coating Techniques in the Formation of Superhydrophobic Surfaces,” *Int J Eng Adv Technol*, vol. 12, no. 2, hlm. 22–33, Des 2022, doi: 10.35940/ijeat.B38921212222.
- [2] Y. Leng, Y. Sun, X. Wang, J. Hou, X. Bai, dan M. Wang, “A method to detect water-injected pork based on bioelectrical impedance technique,” *Journal of Food Measurement and Characterization*, vol. 13, no. 2, hlm. 1341–1348, Jun 2019, doi: 10.1007/s11694-019-00049-z.
- [3] Mw. Aminullah, H. Setiawan, A. Huda, H. Samaulah, S. Haryati, dan Md. Bustan, “Pengaruh Komposisi Material Semikonduktor Dalam Menurunkan Energi Band Gap dan Terhadap Konversi Gelombang Mikro,” *EECCIS*, vol. 13, no. 2, hlm. 65–70, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://jurnaleeccis.ub.ac.id/>
- [4] N. Aprilia Amanda, L. Safriani, A. Aprilia, dan A. Bahtiar, “Pengaruh Jenis Prekursor Terhadap Karakteristik Partikel ZnO Beserta Pengujian Sifat Fotokatalitiknya,” 2022.
- [5] N. Hasim, E. Dan, dan H. Sutanto, “Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Sifat Optik Lapisan Tipis Zinc Oxide (ZnO) Yang Dideposisi Diatas Substrat Kaca Dan Aplikasinya Untuk Mendegradasi Pewarna Methylene Blue,” 2014.
- [6] N. Hasim, E. Dan, dan H. Sutanto, “Pengaruh Temperatur Sintering Terhadap Sifat Optik Lapisan Tipis Zinc Oxide (ZnO) Yang Dideposisi Diatas Substrat Kaca Dan Aplikasinya Untuk Mendegradasi Pewarna Methylene Blue,” 2014.
- [7] H. Zhang, S. Krooswyk, dan J. Ou, “Measurement and data acquisition techniques,” *High Speed Digital Design*, hlm. 199–219, Jan 2015, doi: 10.1016/B978-0-12-418663-7.00005-8.

- [8] J. Siregar, S. Novika, D. Wahyuni, Abdul, dan M. Rambe, “Struktur Kristal Dan Morfologi Nanokomposit Fe₃O₄-ZnO,” 2022.
- [9] A. Zhafirah, “Studi Struktur Kristal, Morfologi, Dan Sifat Optik Film Tipis ZnO Doping Mg Yang Dideposisikan Dengan Metode Sol-Gel Spin Coating,” 2019.
- [10] R. Y. Lubis, “Karaterisasi Struktur Kristal ZnO Dengan Doping Mn Menggunakan Alat X-Ray Diffraction,” 2020.
- [11] S. L. Patty, “Karakteristik Fosfat, Nitrat Dan Oksigen Terlarut Di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara,” *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis* , vol. 2, no. 1, hlm. 1–7, 2015.
- [12] A. Purwanto, D. Ratnasari, dan A. B. Suryono, “Pembuatan Nanopartikel Seng Oksida (ZnO) Menggunakan Proses Flame Assisted Spray Pyrolysis (FASP),” vol. 13, no. 1, hlm. 17–21, 2014.
- [13] Y. Yunita, N. Nurlina, dan I. Syahbanu, “Sintesis Nanopartikel Zink Oksida (ZnO) dengan Penambahan Ekstrak Klorofil sebagai Capping Agent,” *POSITRON*, vol. 10, no. 2, hlm. 44, Des 2020, doi: 10.26418/positron.v10i2.42136.
- [14] R. M. P. Gutierrez, J. V. M. Mendez, dan I. A. Vazquez, “A novel approach to the oral delivery of bionanostructures for systemic disease,” *Nanostructures for Oral Medicine*, hlm. 27–59, Jan 2017, doi: 10.1016/B978-0-323-47720-8.00002-X.
- [15] R. Augustine dan A. Hasan, “Multimodal applications of phytonanoparticles,” *Phytonanotechnology: Challenges and Prospects*, hlm. 195–219, Jan 2020, doi: 10.1016/B978-0-12-822348-2.00011-5.
- [16] L. Suhaimi, A. H. Yuwono, dan A. Subhan, “Pengaruh Perlakuan Hidrotermal Terhadap Morfologi, Sifat Optik, Dan Sifat Listrik Lapisan Tipis Nanorods ZnO,” 2020. [Daring]. Tersedia pada: www.ejurnalmaterialmetalurgi.com
- [17] K. C. Rathod, P. D. Kamble, K. R. Sanadi, G. S. Kamble, M. L. Guar, dan K. M. Garadkar, “Photovoltaic Application Study of Zinc Telluride Thin Films Grown by Chemical Bath Deposition Method,” *Advances in Materials*

Physics and Chemistry, vol. 11, no. 08, hlm. 131–144, 2021, doi: 10.4236/ampc.2021.118013.

- [18] A. Z. Arsad *dkk.*, “Effect of Chemical Bath Deposition Variables on the Properties of Zinc Sulfide Thin Films: A Review,” *Molecules*, vol. 28, no. 6. MDPI, 1 Maret 2023. doi: 10.3390/molecules28062780.
- [19] P. A. Septian Eka dan N. Putu Sri Ayuni, “Fabrikasi Film Tipis ZnO dengan Metode Spincoating Assisted Chemical Bath Deposition (SA-CBD) sebagai Alternatif Semikonduktor pada Dye-sensitized Solar Cells (DSSC),” *Wahana Matematika dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, dan Pembelajarannya*, vol. 15, no. 3, hlm. 98–105, 2021.
- [20] R. Voo, M. Mariatti, dan L. C. Sim, “Properties of epoxy nanocomposite thin films prepared by spin coating technique,” *Journal of Plastic Film and Sheeting*, vol. 27, no. 4, hlm. 331–346, Okt 2014, doi: 10.1177/8756087911419745.
- [21] N. Novianti, R. V Manurung, dan A. Arifin, “Screen Printed-Carbon Electrode Modifikasi Bismut untuk Analisis Kadmium dengan Voltametri Siklik,” *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, vol. 10, no. 1, hlm. 65, Apr 2020, doi: 10.22146/ijeis.54138.
- [22] H. Hermawansa dan T. U. Kalsum, “Analisis Kinerja Sensor Pada Robot Pendeteksi Kotoran Debu Dan Air,” *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 1, hlm. 53–58, Mei 2019, doi: 10.33096/ilkom.v11i1.405.53-58.
- [23] V. Rahmadhani, W. Arum, U. Bhayangkara, dan J. Raya, “Literature Review Internet Of Think (IOT): Sensor, Konektifitas dan QR Code,” vol. 3, no. 2, 2022, doi: 10.38035/jmpis.v3i2.
- [24] D. Aribowo, G. Priyogi, dan S. Islam, “Aplikasi Sensor LDR (Light Dependent Resistor) Untuk Efisiensi Energi Pada Lampu Penerangan Jalan Umum,” *PROSISKO*, vol. 9, no. 1, hlm. 21–29, 2022.
- [25] O. Choirunnisak, A. E. Mulyono, Y. Pradana, dan R. Nuryadi, “Pengembangan Sensor Kapasitif Berbasis Perubahan Fasa untuk Mengukur Kadar Air dalam Biodiesel Development of Phase Shift-Based Capacitive Sensors to Measure Water Content in Biodiesel,” 2021.

- [26] B. E. Cahyono, M. Misto, dan F. Hasanah, “Karakterisasi Sensor Kapasitif Untuk Penentuan Level Aquades,” *Rekayasa Energi Manufaktur*, vol. 1, no. 2, hlm. 9, Des 2016, doi: 10.21070/r.e.m.v1i2.583.
- [27] R. Setiawan, M. Rivai, dan Suwito, “Implementasi Analog Front End Pada Sensor Kapasitif Untuk Pengaturan Kelembaban Menggunakan Mikrokontroler STM32,” *Jurnal Teknik ITS*, vol. 5, no. 2, hlm. 904–910, 2016.
- [28] R. R. A. Putri, C. Sulistya, dan D. R. Santoso, “Analisis Nilai Impedansi Listrik pada Daging Ikan Nila yang Disimpan dalam Lemari Es,” *Indonesian Journal Of Applied Physics*, vol. 6, no. 02, hlm. 117, Feb 2017, doi: 10.13057/ijap.v6i02.1780.
- [29] M. J. Farid, “Analisis Sifat Kelistrikan Daging Ayam Normal dan Ayam Tiren Akibat Pengaruh Lama Waktu Penyimpanan Pada Suhu Tertentu,” 2017.
- [30] R. Meldayani, I. Iwantono, A. S. Rini, dan Y. Rati, “Analisa Sifat Fisis Nanopartikel ZnO Di-Doping Ag Yang Disintesis Menggunakan Metode Biosintesis,” *Komunikasi Fisika Indonesia*, vol. 19, no. 1, hlm. 7, Mar 2022, doi: 10.31258/jkfi.19.1.7-10.
- [31] S. Rully Anggita, “Deposisi ZnO Doping Ag pada Substrat Aluminium Foil untuk Degradasi Methylene Blue,” 2020.
- [32] M. A. Dwiputra, F. Fadhila, C. Imawan, dan V. Fauzia, “The enhanced performance of capacitive-type humidity sensors based on ZnO nanorods/WS₂ nanosheets heterostructure,” *Sens Actuators B Chem*, vol. 310, Mei 2020, doi: 10.1016/j.snb.2020.127810.
- [33] S. N. Harlinda, “Argentum Sensitized Zinc Oxide Photoelectrode: Fabrication, Characterization And Application For Photoelectrochemical Water Splitting,” 2018.
- [34] A. N. M A, N. L. P Sriyani, dan dan T. I Putri, “Kualitas Kimia Daging Babi Landrace Persilangan yang Dilayukan Secara Tradisional dalam Waktu yang Berbeda,” *Peternakan Tropika*, vol. 7, no. 2, hlm. 587–598, 2019.

- [35] M. Melania Br Tarigan, A. Wibowo, dan F. Ardhani, “Pengamatan Perubahan Sifat Fisik Otot Semitendinosus Sapi Pasca Penyembelihan Selama Masa Simpan Dingin,” *Jurnal Peternakan Lingkungan Tropis*, vol. 3, no. 2, hlm. 84–93, 2020.
- [36] N. K. Mardewi dan I. G. A. D. S. Rejeki, “Kualitas Kimia Daging Ayam Broiler Umur 5 Minggu Yang Dipelihara Pada Kepadatan Kandang Yang Berbeda,” *Jurnal Lingkungan & Pembangunan*, vol. 3, no. 1, hlm. 31–37, 2019, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/wicaksana>
- [37] Junaldi, Zulharbi, dan W. Lovita, “Alat Pendeteksi Kesegaran Daging Berdasarkan Sensor Bau dan Warna,” *Elektron Jurnal Ilmiah*, vol. 11, no. 1, hlm. 1–7, 2019.
- [38] K. Lubis, “Metoda-Metoda Karakterisasi Nanopartikel Perak,” *Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 21, no. 79, hlm. 50–55, 2015.
- [39] A. E. Vladár dan V. D. Hodoroaba, “Characterization of nanoparticles by scanning electron microscopy,” dalam *Characterization of Nanoparticles: Measurement Processes for Nanoparticles*, Elsevier, 2019, hlm. 7–27. doi: 10.1016/B978-0-12-814182-3.00002-X.
- [40] I. Lidia dan P. Mursal, “Karakterisasi XRD dan SEM Pada Material Nanopartikel Serta Peran Material Nanopartikel Dalam Drug Delivery System,” *Pharma Xplore: Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi*, vol. 3, no. 2, hlm. 214–221, 2018.
- [41] A. Sujatno, R. Salam, B. Bandriyana, dan A. Dimiyati, “Studi Scanning Electron Microscopy (Sem) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium,” *Jurnal Forum Nuklir*, vol. 9, no. 2, hlm. 44–50, 2015, doi: 10.17146/jfn.2015.9.1.3563.
- [42] A. Sujatno, R. Salam, dan A. Dimiyati Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, “Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium,” 2015.
- [43] B. D. (Bernard D. Cullity, *Elements of x-ray diffraction*, 3rd edition. Addison-Wesley Publishing Company, Inc, 2014.

- [44] I. Kurniawan, R. Dewi Anjani, dan R. Hanifi, “Analisa Sambungan Pengelasan Gas Metal Arc Welding (GMAW) menggunakan pengujian metalografi di PT. XYZ,” *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, vol. 22, no. 8, hlm. 99–108, Nov 2022, doi: 10.5281/zenodo.7322984.
- [45] P. L. Mega, “Ekstraksi TiO₂ Dari Slag Titanium Dengan Metode Leaching Menggunakan HCl Skripsi,” 2018.
- [46] K. Khalid, R. Ishak, dan Z. Z. Chowdhury, “UV–Vis spectroscopy in non-destructive testing,” *Non-Destructive Material Characterization Methods*, hlm. 391–416, Jan 2024, doi: 10.1016/B978-0-323-91150-4.00021-5.
- [47] I. Saputra Harahap, P. Wahyuningsih, dan Y. Amri, “Analisa Kandungan Beta Karoten Pada CPO (Crude Palm Oil) Di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan Menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis,” *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*, vol. 2, no. 1, 2020, [Daring]. Tersedia pada: <https://ejournalunsam.id/index.php/JQ>
- [48] E. J. Beard, G. Sivaraman, Á. Vázquez-Mayagoitia, V. Vishwanath, dan J. M. Cole, “Comparative dataset of experimental and computational attributes of UV/vis absorption spectra,” *Sci Data*, vol. 6, no. 1, Des 2019, doi: 10.1038/s41597-019-0306-0.
- [49] N. Shoaib, *Vector Network Analyzer (VNA) Measurements and Uncertainty Assessment*. Turin: Springer International, 2017. [Daring]. Tersedia pada: <http://www.springer.com/series/13890>
- [50] A. Khalid dan C. Li, “Oscillation detection technique by using Vector Network Analyzer,” *Journal of Terahertz Science and Electronic Information Technology*, vol. 1, no. 13, hlm. 203–211, 2015, doi: 10.11805/TKYDA201503.0000.
- [51] S. Bhagyaraj dan I. Krupa, “Biopolymer assisted synthesis of metal–silica hybrid nanoflowers as a medium for the photocatalytic degradation of dye pollutants,” *Inorg Chem Commun*, vol. 158, hlm. 111644, Des 2023, doi: 10.1016/J.INOCHE.2023.111644.
- [52] S. N. Kane, A. Mishra, dan A. K. Dutta, “Preface: International Conference on Recent Trends in Physics (ICRTP 2016),” *Journal of Physics: Conference*

Series, vol. 755, no. 1. Institute of Physics Publishing, 1 November 2016. doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.

- [53] Y. Kang, F. Yu, L. Zhang, W. Wang, L. Chen, dan Y. Li, “Review of ZnO-based nanomaterials in gas sensors,” *Solid State Ion*, vol. 360, Feb 2021, doi: 10.1016/j.ssi.2020.115544.
- [54] N. Döbelin, R. Archer, dan V. Tu, “A free and open-source solution for Rietveld refinement of XRD data from the CheMin instrument onboard the Mars rover Curiosity,” *Planet Space Sci*, vol. 224, Des 2022, doi: 10.1016/j.pss.2022.105596.
- [55] G. Tang *dkk.*, “Realizing High Figure of Merit in Phase-Separated Polycrystalline Sn_{1-x}Pb_xSe,” *J Am Chem Soc*, vol. 138, no. 41, hlm. 13647–13654, Okt 2016, doi: 10.1021/jacs.6b07010.
- [56] M. Tilli dan A. Haapalinna, “Properties of Silicon,” *Handbook of Silicon Based MEMS Materials and Technologies: Second Edition*, hlm. 3–17, Jan 2015, doi: 10.1016/B978-0-323-29965-7.00001-4.
- [57] S. Popović, “Quantitative phase analysis by x-ray diffraction-doping methods and applications,” *Crystals*, vol. 10, no. 1. MDPI AG, 1 Januari 2020. doi: 10.3390/cryst10010027.
- [58] A. Kalam, S. A. S. Allami, A. G. Al-Sehemi, M. A. Assiri, dan P. Yadav, “Effect Of Stabilizer On Optical Band Gap Of ZnO And Their Performance In Dye-Sensitized Solar Cells,” *Bull Chem Soc Ethiop*, vol. 36, no. 1, hlm. 209–222, 2022, doi: 10.4314/bcse.v36i1.17.
- [59] L. Daul, T. Jin, I. Busch, dan L. Koenders, “Influence of geometric properties of capacitive sensors on slope error and nonlinearity of displacement measurements,” *Sensors*, vol. 21, no. 13, Jul 2021, doi: 10.3390/s21134270.
- [60] M. Brading, B. Keelan, dan H. Tran, “Image Sensors for Camera Monitor Systems,” dalam *Handbook of Camera Monitoring Systems*, 2016, hlm. 175–201. doi: 10.1007/978-3-319-29611-1_5.
- [61] N. H. Ke, N. H. Thanh, N. H. Long, D. A. Tuan, dan L. V. T. Hung, “Fabrication of Ag–ZnO NRs SERS substrates for abamectin detection: the

effect of Ag sputtering times and ZnO sol concentrations in seed layer preparation on SERS performance,” *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, vol. 32, no. 23, hlm. 27318–27332, 2021, doi: 10.1007/s10854-021-07102-y.

[62] N. M. Erfiza, D. Hasni, dan U. Syahrina, “Evaluasi Nilai Gizi Masakan Daging Khas Aceh (Sie Reuboh) Berdasarkan Variasi Penambahan Lemak Sapi dan Cuka Aren,” *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, vol. 10, no. 1, hlm. 28–35, Apr 2018, doi: 10.17969/jtipi.v10i1.10202.

[63] W. Yang dan D. D. L. Chung, “Effect of water on the dielectric behavior of solder,” *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, vol. 32, no. 17, hlm. 22196–22204, Sep 2021, doi: 10.1007/s10854-021-06700-0.

[64] Döbelin, N. (2024). Profex XRD. Versi 5.2.8. <https://www.profex-xrd.org/>.