

**OPTIMASI PROSES PELAPISAN *EDIBLE COATING* PADA
WORTEL (*Daucus carota L.*) KERING DENGAN
MENGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHOD (RSM)***

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pasundan**

**Oleh:
PRATIWI INSAN UTAMI
NPM: 193020188**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2024**

**OPTIMASI PROSES PELAPISAN *EDIBLE COATING* PADA
WORTEL (*Daucus carota L.*) KERING DENGAN
MENGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHOD* (RSM)**

TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pasundan**


Oleh:

PRATIWI INSAN UTAMI

NPM: 193020188

Menyetujui,

Pembimbing



(Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si.)

**OPTIMASI PROSES PELAPISAN *EDIBLE COATING* PADA
WORTEL (*Daucus carota L.*) KERING DENGAN
MENGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHOD* (RSM)**

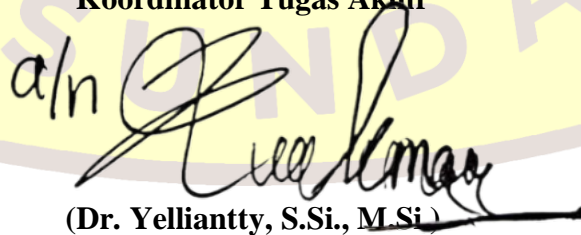
TUGAS AKHIR

**Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Pasundan**

Oleh:
**PRATIWI INSAN UTAMI
NPM: 193020188**

Menyetujui,

Koordinator Tugas Akhir

a/n 
(Dr. Yellianty, S.Si., M.Si.)

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Fakultas dan Universitas, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada penulis dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Universitas Pasundan. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut:

Utami, P. A. (2024): *Optimasi Proses Pelapisan Edible Coating pada Wortel (Daucus Carota L.) Kering dengan Menggunakan Response Surface Method (RSM)*. Tugas Akhir Program Sarjana, Universitas Pasundan.

dan dalam bahasa Inggris sebagai berikut:

Utami, P. A. (2024): *Optimizing the Edible Coating Process on Dried Carrots (Daucus carota L.) Using the Response Surface Method (RSM)*. Bachelor's Thesis, Universitas Pasundan

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

ABSTRAK

OPTIMASI PROSES PELAPISAN *EDIBLE COATING* PADA WORTEL (*Daucus carota L.*) KERING DENGAN MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHOD* (RSM)

Oleh

Nama: Pratiwi Insan Utami

NPM: 193020188

(Program Studi Teknologi Pangan)

Wortel menjadi bahan pangan sumber penting fitonutrien seperti vitamin, mineral, senyawa bioaktif, dan serat pangan yang baik bagi tubuh jika dikonsumsi. Wortel mengandung β -karoten yang merupakan prekursor vitamin A, dalam wortel terdapat berbagai mikro mineral seperti vitamin C, vitamin E, vitamin K, asam folat, dan kolin. Senyawa-senyawa bioaktif yang bersifat sebagai antioksidan, seperti karotenoid, fenolik, dan poliasetilen. Wortel memiliki kandungan air yang tinggi sehingga menyebabkan mudah mengalami kerusakan baik dalam proses distribusi atau penyimpanan, sehingga perlu adanya proses pengeringan. Proses pengeringan secara *thermal* menyebabkan kerusakan pada komponen senyawa kimia dalam wortel. Proses *pretreatment edible coating* pada wortel menjadi opsi yang baik untuk mempertahankan kerusakan yang terjadi selama proses pengeringan. Proses pelapisan *edible coating* harus dengan optimal sehingga perlu dilakukan optimasi. Pada penelitian ini dilakukan proses optimasi pelapisan *edible coating* pada wortel yang akan dikeringkan menggunakan *Response Surface Method* D-optimal untuk mengetahui pengaruh proses terhadap respons kimia, fisik, dan organoleptik. Hasil penelitian berdasarkan prediksi *Design Expert 13* dihasilkan sebanyak 15 proses yang direkomendasikan. Proses optimal yang didapat dari 15 proses yang direkomendasikan yaitu dengan perlakuan suhu pengaplikasian *coating* 30°C, waktu pengaplikasian *coating* 2 menit, dan jumlah siklus pengaplikasian *coating* sebanyak 1 kali dengan nilai *desirability* sebesar 0,618. Berdasarkan proses perlakuan terpilih dilakukan verifikasi di laboratorium dan didapatkan kadar air sebesar 7,13%, kadar abu sebesar 6,13%, kadar karoten 36,101 ppm, analisis warna L*, a*, b* secara berurutan sebesar 43,261, 10,982 dan 27,314, analisis susut bobot sebesar 90,30%, analisis organoleptik atribut rasa, aroma, warna tekstur secara berurutan sebesar 4,53, 4,77, 4,58 dan 4,70.

Kata kunci: Wortel, Pengeringan Wortel, *Edible Coating*, *Response Surface Method* (RSM), *Design Expert*

ABSTRACT

OPTIMIZING THE EDIBLE COATING PROCESS ON DRIED CARROTS (*Daucus carota L.*) USING THE RESPONSE SURFACE METHOD (RSM)

By

**Name: Pratiwi Insan Utami
NPM: 193020188
(Departement of Food Technology)**

Carrots are an important food source of phytonutrients such as vitamins, minerals, bioactive compounds, and dietary fiber which are good for the body if consumed. Carrots contain β -carotene, a precursor to vitamin A. Carrots contain various microminerals such as vitamins C, E, K, folic acid, and choline. Bioactive compounds that act as antioxidants, such as carotenoids, phenolics, and polyacetylene. Carrots have a high water content, which makes them easily damaged during distribution or storage, so a drying process is necessary. The thermal drying process causes damage to the chemical components in carrots. The edible coating pretreatment process on carrots is a good option to prevent damage during the drying process. The edible coating process must be optimal, so optimization must be carried out. In this research, an edible coating optimization process was carried out on carrots to be dried using the D-optimal Response Surface Method to determine the effect of the process on chemical, physical, and organoleptic responses. The research results based on Design Expert 13 predictions produced 15 recommended processes. The optimal process obtained from the 15 recommended processes is with a coating application temperature of 30°C, coating application time of 2 minutes, and the number of coating application cycles is 1 time with a desirability value of 0.618. Based on the selected treatment process, verification was carried out in the laboratory and the water content was 7.13%, the ash content was 6.13%, the carotene content was 36,101 ppm, the color analysis L^ , a^* , b^* were 43,261, 10,982 and 27,314 respectively, weight loss analysis was 90.30%, and organoleptic analysis of taste, aroma, color, and texture attributes were respectively 4.53, 4.77, 4.58, and 4.70.*

Keywords: Carrot, Drying Carrots, Edible Coating, Response Surface Method, Design Exper

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena berkat rahmat, hidayah, dan anugerah-Nya yang luar biasa diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Penelitian Tugas Akhir ini. Adapun judul dari Usulan penelitian adalah “**Optimasi Proses Pelapisan *Edible Coating* Pada Wortel (*Daucus carota L.*) Kering dengan Menggunakan *Response Surface Method (RSM)*”.**

Dalam penulisan ini penulis banyak mendapat masukan, pengarahan, bantuan, bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Doa tulus penulis sampaikan semoga kebaikan dan bantuan yang diberikan akan dibalas dengan kebaikan yang berlipat ganda dan diberikan kebahagiaan dunia serta akhirat oleh Allah SWT. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan, masukan, ilmu serta pengalamannya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Ir. Thomas Gozali, MP., selaku dosen penguji I yang telah memberikan masukan dan meluangkan waktu selama proses penyusunan Tugas akhir ini.
3. Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan meluangkan waktu selama proses penyusunan Tugas akhir ini.

4. Dr. Yeliantty, S.Si., M.Si., selaku Koordinator Kerja Praktik dan Tugas Akhir Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Pasundan.
5. Ir. Yusep Ikrawan, M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan.
6. Orang tua tercinta yang sangat berjasa dalam hidup penulis, Ibu dan Bapak yang telah memberikan do'a, cinta, kepercayaan dan segala bentuk kasih sayang yang telah diberikan, sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini. Apa yang penulis capai dan yang akan di capai di masa depan, semua penulis dedikasikan untuk Ibu dan Bapak.
7. Kakak dan keluarga tercinta, yang selalu mendukung dan membantu dalam banyak hal di hidup penulis.
8. Teman-teman Asisten Laboratorium TPP yang senantiasa memberikan dukungan dan masukan satu sama lain untuk menjadi lebih baik lagi di depannya termasuk dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Teman-teman terdekat Frisca, Desy, Zahra, Gina, Fadillah, Riesma, Yuli dan Hartsa yang sudah menemani dari awal perkuliahan hingga saat ini, yang telah memberikan cinta kasihnya dengan tulus serta memberikan masukan dan kritikan selama perkuliahan sampai penyusunan Tugas Akhir ini.
10. Teman-teman seperjuangan Teknologi Pangan Angkatan 2019 dan orang-orang yang terlibat yang telah memberikan bantuan dan dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung kepada penulis selama menyusun Tugas Akhir ini.

Semoga Allah SWT membalas seluruh kebaikan yang telah diberikan dengan balasan yang lebih baik. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan

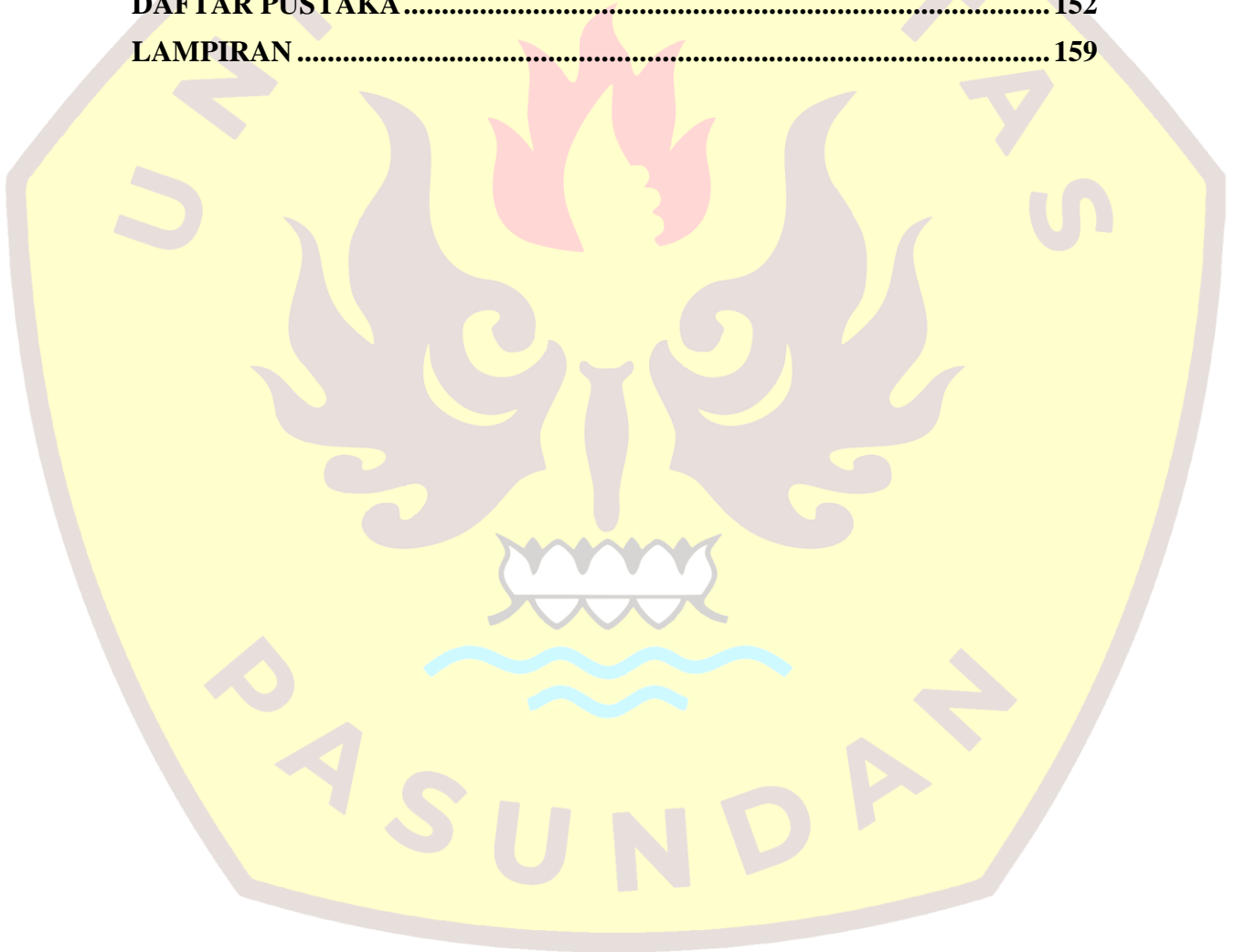
laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun.



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	xiv
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
1.5 Kerangka Pemikiran	6
1.6 Hipotesis Penelitian	14
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian	14
II. TINJAUAN PUSTAKA	15
2.1 <i>Edible Coating</i>	15
2.2 Pati.....	19
2.2.1 Pati jagung.....	22
2.2.2 Pati Singkong Modifikasi	25
2.3 Gliserol	29
2.4 Wortel (<i>Daucus carota L.</i>).....	32
2.5 <i>Response Surface Method (RSM)</i>	36
III. METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Bahan dan Alat	41
3.2 Metode Penelitian 3.....	42
3.2.1 Rancangan Perlakuan.....	42
3.2.2 Rancangan Percobaan.....	42
3.2.3 Rancangan Analisis	44
3.2.4 Rancangan Respons	45
3.3 Prosedur Penelitian.....	46

3.3.1	Pembuatan Larutan <i>Edible Coating</i>	46
3.3.2	Pembuatan Wortel Kering.....	48
IV.	PEMBAHASAN	51
4.1	Hasil Penelitian	51
4.1.1	Hasil Analisis Respon Kimia	51
4.1.2	Hasil Analisis Respon Fisik	76
4.1.3	Hasil Analisis Respons Organoleptik	105
4.1.2	Optimasi Proses Terpilih	142
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	150
5.1	Kesimpulan	150
5.2	Saran	150
	DAFTAR PUSTAKA.....	152
	LAMPIRAN.....	159



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standarisasi Nasional Indonesia Tepung Jagung	23
2. Kandungan Gizi dalam Pati Singkong	26
3. Standarisasi Nasional Indonesia Tepung Tapioka	26
4. Tipe Pati Termodifikasi.....	28
5. Kandungan Zat Gizi dalam Wortel	34
6. Layout Percobaan dengan Response Surface Method	44
7. Hasil Analisis Kadar Air	52
8. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Respons Kadar Air	53
9. Fit Statistics Respons Kadar Air	54
10. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Kadar Air	55
11. Hasil Analisis Respons Kadar Abu	60
12. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Respons Kadar Abu	61
13. Fit Statistics Respons Kadar Abu	62
14. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Kadar Abu	62
15. Hasil Analisis Respons Total Karotenoid	68
16. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Respons Total Karotenoid	69
17. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Total Karotenoid	70
18. Fit Statistic Respons Total Karotenoid	71
19. Hasil Analisis Warna L^* , a^* , b^*	77
20. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Analisis Warna L^*	79
21. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Analisis Warna a^*	79
22. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Analisis Warna b^*	80

23. Fit Statistic Respons Analisis Warna L*	81
24. Fit Statistic Respons Analisis Warna a*	82
25. Fit Statistic Respons Analisis Warna b*	82
26. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Analisis Warna L*	83
27. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Analisis Warna a*	84
28. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Analisis Warna b*	85
29. Hasil Analisis Penentuan Susut Bobot	98
30. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Respons Susut Bobot	99
31. Fit Statistic Respons Susut Bobot	100
32. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Susut Bobot	101
33. Hasil Analisis Respon Organoleptik Atribut Rasa	106
34. ANOVA Respons Organoleptik Atribut Rasa	107
35. Fit Statistic Respons Organoleptik Atribut Rasa	108
36. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Rasa	109
37. Hasil Analisis Respons Organoleptik Atribut Aroma	115
38. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Respons Organoleptik Atribut Aroma	116
39. Fit Statistic Respons Organoleptik Atribut Aroma	117
40. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Aroma	119
41. Hasil Pengujian Respons Organoleptik Atribut Warna	125
42. ANOVA <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) Respons Organoleptik Atribut Warna	126
43. Fit Statistic Respons Organoleptik Atribut Warna	127
44. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Warna	128
45. Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur	135

46. ANOVA Response Surface Methodology (RSM) Respons Organoleptik Atribut Tekstur.....	136
47. Fit Statistic Respons Organoleptik Atribut Tekstur.....	137
48. Estimasi Koefisien dari Tiap Faktor Respons Organoleptik Atribut Tekstur	138
49. Goal dan Importance untuk Tahapan Optimasi Proses Pelapisan <i>Edible Coating</i> pada Wortel (<i>Daucus Carota L</i>) Kering	143
50. Hasil Prediksi Proses Pelapisan <i>Edible Coating</i> pada Wortel (<i>Daucus Carota L</i>) Kering	147
51. Hasil Tahapan Verifikasi Setiap Respons	149
52. Rincian Kebutuhan Bahan.....	167
53. Rincian Biaya Bahan.....	170
54. Rincian Biaya Analisis	170
55. Rincian Biaya Total	170
56. Hasil Analisis Kadar Air Metode Gravimetri pada Wortel Kering	171
57. Hasil Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri pada Wortel Kering.....	173
58. Hasil Analisis Total Karoten Metode Spektrofotometri pada Wortel Kering	175
59. Hasil Analisis Warna L*, a*, b* pada Wortel Kering	176
60. Hasil Penentuan Susut Bobot Wortel Kering	177
61. Hasil Analisis Organoleptik Uji Hedonik Respon Rasa pada Wortel Kering	179
62. Hasil Analisis Organoleptik Uji Hedonik Respon Aroma pada Wortel Kering	180
63. Hasil Analisis Organoleptik Uji Hedonik Respon Warna pada Wortel Kering	181
64. Hasil Analisis Organoleptik Uji Hedonik Respon Tekstur pada Wortel Kering	182

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur Kimia Rantai Amilosa dan Amilopektin	21
2. Pati Jagung.....	23
3. Pati Singkong.....	25
4. Struktur Kimia Gliserol.....	31
5. Wortel.....	32
6. Penampakan Fisik Wortel Imperator, Chantenay dan Nantes/Mantes	34
7. Proses Optimasi RSM	38
8. Prosedur Pembuatan Larutan <i>Edible Coating</i>	47
9. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respons Kadar Air.....	56
10. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Kadar Air	57
11. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Kadar Air	58
12. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respons Kadar Abu	63
13. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respon Kadar Abu	64
14. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respon Kadar Abu	65
15. Grafik <i>Normal Plot of Residuals</i> Respons Total Karotenoid	72
16. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Kadar Karotenoid	72
17. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Kadar Karotenoid.....	74
18. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel BC Respons Kadar Karotenoid	75
19. Grafik <i>Normal Plot</i> Respons Analisis Warna L*	86
20. Grafik <i>Normal Plot</i> Respons Analisis Warna a*	87
21. Grafik <i>Normal Plot</i> Respons Analisis Warna b*	87
22. Grafik 3D <i>Surface Variable</i> AB Respons Warna L*	88

23. Grafik 3D <i>Surface</i> Variable AC Respons Warna L*	89
24. Grafik 3D <i>Surface</i> Variable BC Respons Warna L*	90
25. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Warna a*	91
26. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Warna a*	92
27. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel BC Respons Warna a*	93
28. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Warna B*	94
29. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Warna b*	95
30. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel BC Respons Warna b*	96
31. Grafik <i>Normal Plot</i> Respons Susut Bobot	102
32. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Susut Bobot	102
33. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Susut Bobot	103
34. Grafik <i>Normal of Residuals</i> Respons Organoleptik Atribut Rasa	111
35. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Organoleptik Atribut Rasa	112
36. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Organoleptik Atribut Rasa	113
37. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel BC Respons Organoleptik Atribut Rasa	114
38. Grafik <i>Normal of Residuals</i> Respons Organoleptik Atribut Aroma	120
39. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Organoleptik Atribut Aroma	121
40. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Organoleptik Atribut Aroma	122
41. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel BC Respons Organoleptik Atribut Aroma	123
42. Grafik <i>Normal of Residuals</i> Respons Organoleptik Atribut Warna	130
43. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Organoleptik Atribut Warna	131
44. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel BC Respons Organoleptik Atribut Warna	132
45. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Organoleptik Atribut Warna	133
46. Grafik <i>Normal of Residuals</i> Respons Organoleptik Atribut Tekstur	139

47. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AB Respons Organoleptik Atribut Tekstur ..	139
48. Grafik 3D <i>Surface</i> Variabel AC Respons Organoleptik Atribut Tekstur ..	140
49. Hasil Run 3	185
50. Hasil Run 2	185
51. Hasil Run 1	185
52. Hasil Run 6	185
53. Hasil Run 4	185
54. Hasil Run 5	185
55. Hasil Run 9	185
56. Hasil Run 8	185
57. Hasil Run 7	185
58. Hasil Run 12	186
59. Hasil Run 10	186
60. Hasil Run 11	186
61. Hasil Run 13	186
62. Wortel Kering Tanpa Pelapisan <i>Edible Coating</i>	186
63. Hasil Run 14	186
64. Hasil Run 15	186

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Metode Analisis Kimia	159
2. Metode Analisis Fisik	163
3. Metode Analisis Uji Organoleptik.....	164
4. Formulir Uji Hedonik.....	166
5. Rincian Kebutuhan Bahan.....	167
6. Rancangan Anggaran Penelitian.....	170
7. Hasil Analisis Kadar Air Metode Gravimetri.....	171
8. Hasil Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri	173
9. Analisis Total Karoten Metode Spektrofotometri	175
10. Analisis Warna L*, a*, b*	176
11. Penentuan Susut Bobot	177
12. Hasil Analisis Organoleptik Uji Hedonik	179
13. Proses Pembuatan Wortel Kering	183
14. Produk Hasil Penelitian.....	185
15. Dokumentasi Analisis Pengujian Respons Kimia, Fisik, dan Organoleptik	187

I. PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan mengenai: (1) Latar Belakang, (2) Identifikasi Masalah, (3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (4) Manfaat Penelitian, (5) Kerangka Pemikiran, (6) Hipotesis Penelitian, dan (7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1 Latar Belakang

Sayuran merupakan bahan pangan yang mengandung unsur nutrisi dan menyehatkan, unsur nutrisi tersebut antara lain mineral, vitamin, karotenoid, flavonoid dan asam fenolik, fitokimia seperti folat, glukosinolat, likopen, selenium dan serat makanan (Jiménez-Monreal *et al.*, 2009). Hampir semua sayuran memiliki nutrisi yang baik bagi tubuh, tetapi antara sayuran satu dan lainnya memiliki jumlah dan jenis nutrisi yang berbeda. Sayuran dapat berperan sebagai antioksidan bagi tubuh, zat antioksidan yang dapat ditemukan dalam sayuran di antaranya vitamin C, vitamin E, β -karoten dan karotenoid lainnya, serta mineral, selenium, dan mangan (Carlsen *et al.*, 2010). Adanya kandungan nutrisi dan manfaat kesehatan yang tinggi dalam sayuran, maka Kementerian Kesehatan Indonesia melalui PERMENKES No. 41 Tahun 2014 menganjurkan untuk mengonsumsi buah dan sayur bagi balita dan anak usia sekolah sebanyak 300-400 gram/orang/hari serta bagi remaja dan orang dewasa sebanyak 400-600 gram/orang/hari. Jumlah anjuran konsumsi sayur lebih besar persentasenya dibanding dengan buah yaitu sekitar dua-pertiga dari jumlah anjuran konsumsi sayur dan buah (Kemenkes RI, 2017).

Produksi sayuran di Indonesia sangat melimpah, mengingat Indonesia merupakan negara agraris sehingga hampir seluruh jenis sayur dapat dijumpai dengan mudah. Keberagaman sayur dan buah lokal di Indonesia yang kaya akan nutrisi seharusnya dimanfaatkan secara baik oleh masyarakatnya. Namun pada kenyataannya, menurut hasil Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) dalam Studi Diet Total (SDT) tahun 2014 bahwa konsumsi masyarakat terhadap sayur dan olahannya serta buah dan olahannya masih rendah. Tingkat konsumsi yang masih rendah ini berpengaruh terhadap suplai vitamin, mineral serta serat yang sangat dibutuhkan oleh tubuh (Hermina dan Prihatini, 2016). Penyebab rendahnya konsumsi sayur dan buah khususnya sayur, disebabkan oleh rendahnya tingkat kesadaran masyarakat dan tingkat kepedulian terhadap pola makan gizi seimbang.

Beberapa upaya dilakukan untuk meningkatkan tingkat konsumsi sayur, salah satunya dengan adanya pengolahan sayur menjadi produk kering. Pengolahan sayur menjadi produk kering ini menambah daya tarik masyarakat untuk mengonsumsi sayur. Selain itu, adanya pengolahan sayur menjadi produk kering memiliki tujuan untuk menambah umur simpan pada sayur. Tingginya kandungan air menyebabkan sayuran mudah rusak bila disimpan tanpa perlakuan penanganan dan pengawetan (Muchtadi, 2013). Pengeringan menjadi pilihan yang baik untuk pengawetan sayuran, karena dapat dengan mudah diproduksi, disimpan dan diangkut dengan biaya yang rendah.

Wortel menjadi salah satu jenis sayuran rimpang yang banyak diolah menjadi produk sayuran kering. Produksi wortel yang melimpah namun pemanfaatannya yang masih minim, menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), ditahun 2021 Indonesia mampu memproduksi wortel sebanyak 720,09 ribu ton.

Jumlah produksi wortel ini cenderung fluktuatif, sehingga kemungkinan di tahun-tahun selanjutnya jumlah produksinya akan bertambah. Oleh karena itu perlu dilakukan upaya untuk mengolah wortel menjadi produk yang memiliki daya simpan lama, memiliki nilai gizi tinggi, praktis dan mudah untuk di produksi. Pengolahan wortel yang mudah untuk dilakukan adalah mengolahnya menjadi produk wortel kering di mana nantinya bisa langsung dikonsumsi sebagai keripik. Pada saat ini dunia agribisnis dan industri pangan sedang berlomba untuk memenuhi permintaan akan makanan kering dari buah ataupun sayur karena masyarakat negara-negara maju banyak menyukai makanan sehat yang banyak mengandung serat makanan (*dietary fiber*) tetapi tanpa adanya penambahan bahan tambahan pangan seperti pengawet. Keripik merupakan pengolahan sayuran yang sangat mudah dilakukan karena prosesnya yang mudah, proses pembuatan sayuran umumnya dilakukan dengan proses pengeringan menggunakan panas atau dengan teknologi pembekuan.

Wortel segar memiliki kadar air yang tinggi dan rentan terhadap pembusukan. Pengeringan terbukti dapat memperpanjang umur simpan pada wortel, namun menyebabkan penurunan kualitas seperti perubahan warna, degradasi nutrisi dan hilangnya rasa khas selama penyimpanan (Polat *et al.*, 2022). Adanya sumber penting karotenoid, vitamin, mineral dan komponen fungsional lainnya, mendorong para peneliti untuk mencari cara mempertahankan kandungan nutrisi tersebut meskipun dengan proses pengeringan secara termal.

Meskipun metode dehidrasi atau pengeringan sayuran ini memiliki manfaat memperpanjang umur simpan, namun dari segi kualitas mengalami penurunan karena adanya perubahan fisik dan kimia yang ditimbulkan (Villamiel *et al.*, 2015).

Sampai saat ini metode pengeringan pada umumnya menggunakan panas, penggunaan panas ini menyebabkan adanya perubahan kandungan zat gizi, khususnya pada komponen larut air. Jika dilihat dari segi fisik pengeringan memberikan efek yang tidak baik yaitu dapat mengubah warna dan rasa pada sayuran (Lago-Vanzela *et al.*, 2013).

Proses pengeringan pada sayur ini berdampak baik dan buruk, oleh sebab itu banyak peneliti yang menyarankan untuk melakukan perlakuan sebelum pengeringan. Pra-perlakuan tersebut di antaranya pencelupan ke dalam larutan senyawa antioksidan, *blanching*, pengeringan osmotik dan pelapis yang dapat dimakan (*edible coating*) yang dapat dikombinasikan dengan dua pra-perlakuan lainnya (Emam *et al.*, 2006).

Edible coating adalah lapisan tipis yang mudah untuk dicerna yang ditambahkan pada makanan. Menurut Garcia *et al.*, (2014) *edible coating* dapat digunakan untuk perlakuan awal proses pengeringan karena dapat bertindak sebagai penghalang oksigen, sehingga melindungi terhadap oksidasi senyawa biologis. Beberapa manfaat *edible coating* dalam pengeringan yaitu dapat mengurangi hilangnya aroma, warna dan nutrisi dengan mengurangi difusi oksigen ke dalam makanan, meminimalkan penggabungan zat terlarut dan menjaga integritas fisik produk (Lago-Venzela *et al.*, 2013).

Pemberian pra-perlakuan *edible coating* pada proses pengeringan sayur dapat memberikan dampak yang baik tetapi harus disesuaikan pada karakteristik sayuran. *Edible coating* akan lebih efektif jika diaplikasikan secara baik dan benar pada bahan. Tahapan dalam proses *coating*, bahan yang digunakan untuk *coating* dan cara pengaplikasiannya, menjadi kunci kebersihan proses *coating*. Oleh karena

itu perlu dikaji lebih lanjut mengenai optimasi proses pelapisan (*coating*) pada wortel yang dikeringkan agar diperoleh produk akhir wortel kering yang terjaga karakteristik organoleptik, tingkat rehidrasi tinggi, dan kadar nutrisinya. Metode respons permukaan (RSM) menjadi opsi yang populer untuk menentukan optimalisasi prosedur analitis dengan menggunakan teknik statistik multivariat (Nandane *et al.*, 2017). Menurut Myers *et al.*, (2016) metode RSM digunakan untuk optimalisasi proses pengolahan skala industri karena RSM dapat menentukan proses terdekat dengan respons, sehingga jumlah percobaan tidak terlalu banyak, percobaan singkat, dan menghemat biaya percobaan. Penggunaan metode RSM dapat memetakan titik optimum dari beberapa variabel yang beragam dalam proses pengolahan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka identifikasi masalah adalah “Bagaimana aplikasi *Response Surface Method* (RSM) terhadap penentuan proses optimal dalam pelapisan (*edible coating*) produk wortel yang dikeringkan?”.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah melakukan kajian dan eksperimen untuk mencari tahapan proses perlakuan pelapisan pada wortel yang dikeringkan secara optimal dalam mempertahankan kandungan nutrisi dan atribut mutu wortel dalam rangkaian proses pengolahan.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh rangkaian proses perlakuan pelapisan wortel kering paling optimal untuk mempertahankan kandungan gizi dan atribut mutu wortel selama proses pengolahan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini di antaranya:

1. Memberikan pengetahuan tentang pengaruh proses pelapisan pada wortel yang dikeringkan terhadap kandungan nutrisi dan atribut mutu wortel.
2. Memberikan informasi mengenai proses perlakuan pelapisan optimal dalam pengolahan wortel kering.
3. Menjadi pengetahuan baru mengenai rangkaian proses perlakuan pelapisan produk wortel kering dengan optimal sehingga dapat menjadi referensi untuk produsen wortel kering maupun memacu motivasi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Kerangka Pemikiran

Wortel (*Daucus carota L*) terkenal sebagai jenis sayuran sumber provitamin A (karotenoid), dan kandungan vitamin, mineral serta komponen fungsional lainnya (O-zbek 2021 dalam Wang *et al.*, 2023). Pengolahan wortel segar menjadi produk kering adalah cara yang umum untuk memperpanjang umur simpannya. Wortel yang dikeringkan memiliki beberapa kelebihan di antaranya memudahkan dalam proses pengangkutan karena bentuknya menjadi ringkas, proses pengolahan yang tidak rumit, dan memiliki nilai ekonomis cukup tinggi. Namun demikian, selama proses pengeringan berlangsung zat gizi dalam wortel mengalami kerusakan dan hilang dalam jumlah yang relatif tinggi. Proses pengeringan di suhu 60°C memberikan dampak yang signifikan pada aktivitas antioksidan dan vitamin C (Meena *et al.*, 2016). Pengeringan dapat mengubah warna pada sayuran, hal ini diduga karena pengeringan dapat mengubah kemampuan, menyebarkan, menyerap, dan meneruskan sinar.

Semakin tinggi suhu dan lama waktu pengeringan, maka akan semakin banyak zat warna yang berubah (Saidi dan Wulandari, 2019). Warna oranye tua pada wortel menandakan kandungan β -karoten yang tinggi, tetapi adanya pengeringan menyebabkan terjadinya pemucatan pigmen pada wortel menjadi oranye muda. Menurut Britton (1996) dalam Jonathan (2011) karotenoid dapat berubah dari bentuk aslinya karena adanya panas dan oksigen, karotenoid yang mulanya isomer trans berubah menjadi bentuk cis yang sensitif sehingga mudah teroksidasi yang menyebabkan penurunan aktivitas provitamin A dan perubahan warna. Terjadinya kondisi tersebut dapat terjadi jika tidak adanya pengendalian dan perlindungan, sehingga dibutuhkan suatu perlakuan untuk mencegah kondisi tersebut.

Suhu pengeringan pada wortel berpengaruh terhadap kualitas wortel kering yang dihasilkan, menurut penelitian Anggara et al., (2015) penggunaan suhu pengeringan yang semakin tinggi menyebabkan penurunan kadar karoten yang semakin besar. Penurunan kadar karoten wortel kering secara berturut-turut pada penggunaan suhu pengeringan 40°C, 50°C, dan 60°C adalah 5,24 mg/g, 3,94 mg/g, dan 3,49 mg/g. Penurunan kadar karoten ini terjadi karena karoten mengalami degradasi yang tinggi akibat adanya suhu tinggi. Standar β -karoten yang terkandung dalam wortel kering adalah minimal 0.05 g/100 g. Suhu dalam proses pengeringan sangat berpengaruh, jika suhu yang terlalu rendah menyebabkan wortel yang dihasilkan basah dan lengket, sehingga memerlukan waktu pengeringan yang terlalu lama. Jika suhu yang digunakan terlalu tinggi mengakibatkan penurunan nilai gizi dan perubahan warna yang signifikan.

Terjadinya penurunan karoten yang ditinggi ini disebabkan karena tidak adanya proses pra perlakuan.

Proses pra-perlakuan pelapisan menjadi salah satu cara untuk menekan oksidasi selama proses pengeringan. Pelapisan dengan *edible coating* dapat berperan untuk membantu mempertahankan kandungan zat gizi dalam bahan serta meningkatkan karakteristik mutu bahan. Berdasarkan penelitian Zhao dan Chang (1995) adanya pelapisan pada wortel sebelum dikeringkan dengan udara panas dapat menghalangi kontak antara pigmen jaringan dan oksigen di udara, sehingga dapat meminimalkan degradasi karotenoid provitamin A yang ada dalam wortel. Faktor lain seperti suhu pengeringan juga berpengaruh terhadap karakteristik dan mutu wortel kering, serta pada zat gizi khususnya aktivitas antioksidan dan vitamin. Penelitian mengenai suhu pengeringan pada wortel kering menggunakan bahan pelapis CMC menyatakan jika penggunaan suhu yang lebih rendah dapat mempertahankan kandungan β -karoten dibandingkan dengan penggunaan suhu lebih tinggi (Satriyanto *et al.*, 2012).

Edible coating merupakan teknologi yang tepat untuk diterapkan di produk yang dikeringkan dengan udara panas. Namun, penerapan *edible coating* ini harus disesuaikan agar bekerja secara optimal. Salah satu hal yang penting dalam pelapisan dengan *edible coating* yaitu bahan dasar pembentuk *edible coating*. Bahan yang digunakan sebagai dasar pembentuk *edible coating* berpengaruh terhadap sifat-sifat lapisan yang akan terbentuk. *Edible coating* yang berasal dari polisakarida memiliki keunggulan dalam menahan perpindahan gas dibandingkan dengan uap air. Menurut Garnida (2019), penggunaan polisakarida sebagai bahan dasar *coating* dapat bekerja dengan baik jika digunakan dengan tujuan untuk

memperlambat penguapan air dari bahan. Setiap bahan dasar *coating* memiliki kemampuan dan sifat yang berbeda, sehingga penggunaannya harus disesuaikan dengan jenis bahan dan tujuan yang ingin dicapai.

Penggunaan bahan dasar yang berbeda dalam pembuatan *edible coating* memberikan hasil lapisan yang berbeda. Jenis bahan dasar yang banyak digunakan dalam pembuatan *coating* berbasis polisakarida adalah pati. Pati sudah banyak digunakan dalam pelapisan wortel kering, jenis pati yang paling banyak digunakan di antaranya pati jagung, pati singkong dan pati kentang. Pati jagung mempunyai kemampuan dalam hal kemampuan menahan air. Namun, pati jagung memiliki sifat higroskopis yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan pati singkong, pati beras atau pati kentang. Pati singkong memiliki keunggulan dibanding jenis pati lainnya, yaitu memiliki harga yang relatif murah, memiliki sifat yang menguntungkan seperti transparansi tinggi, ketahanan terhadap pengasaman, dan viskositas tinggi. Pati singkong dalam bentuk asli atau pun modifikasi sudah banyak digunakan untuk bahan dasar *edible coating*.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lago-Vanzela *et al.*, (2013), pati singkong dalam bentuk asli dan modifikasi diterapkan sebagai *edible coating* pada labu yang dikeringkan dihasilkan retensi karotenoid yang kecil dari keduanya. Rendahnya efisiensi sebagai penghalang oksigen selama proses pengeringan sehingga perlu adanya kombinasi dengan jenis pati lainnya. Pati jagung menjadi pilihan yang baik untuk dikombinasikan, menurut Biliaredis (1994), pati jagung memiliki kadar amilosa sebesar 25%, sedangkan pati singkong rata-rata mengandung 17%. Amilosa sebagian besar bertanggung jawab atas pembentukan film, jika semakin tinggi kandungannya maka semakin padat pula lapisannya. Gel

dari pati singkong mungkin mengalami kerusakan struktur selama proses *coating* karena tidak ada atau rendahnya proses pengocokan larutan, akibatnya pembentukan film tidak sempurna dan menghambat pembentukan penghalang pada irisan wortel terhadap penetrasi oksigen.

Pati singkong modifikasi memiliki kemampuan yang baik terhadap ketahanan di suhu tinggi, kelarutan yang tinggi, dan kekuatan melekat secara kuat sebagai pelapis (Akpa dan Dagde, 2012). Namun, kandungan amilosa yang relatif lebih rendah menyebabkan kemampuan dalam pelapis kurang baik seperti timbulnya retakan pada lapisan *coating* yang diterapkan. Pati jagung memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi sehingga kemampuannya dalam membentuk film lebih baik dibanding pati singkong modifikasi. Kombinasi antara kedua pati ini sudah dilakukan dalam oleh Lago-Vanzela *et al.*, (2011) sebagai bahan dasar *edible coating* yang diterapkan pada labu yang dikeringkan, menghasilkan produk labu kering dengan warna yang lebih baik retensi trans- α -karoten dan trans- β -karoten yang jauh lebih baik dibandingkan produk yang hanya dilapisi oleh salah satu atau tidak dilakukan pelapisan.

Hal lain yang berpengaruh dalam proses pelapisan dengan *edible coating* adalah cara pengaplikasian *edible coating*, di mana cara pengaplikasian ini tergantung dari bentuk, ukuran dan sifat bahan. Menurut Andriani dan Handayani (2023), ada beberapa metode yang digunakan untuk mengaplikasikan *edible coating* yaitu metode pencelupan, penyemprotan, pengukuran transmisi mendalam untuk uap air dan O₂/CO₂, pelapisan bertahap (*layer by layer*), dan pencetakan 3 d (*edible coating 3d food printing*). Metode *dipping coating* merupakan pengaplikasian *edible coating* yang paling umum dilakukan karena cukup praktis

dan menghasilkan *coating* yang baik, *dipping coating* adalah metode pelapisan dengan cara mencelupkan produk atau bahan ke dalam larutan *coating* kemudian dibiarkan mengering dan mengeras.

Pada proses *dipping coating* terdapat beberapa hal yang mempengaruhi antara lain suhu, lama dari proses pengaplikasian *edible coating*, dan jumlah siklus pencelupan. Suhu dalam pengaplikasian *coating* sebaiknya tidak terlalu panas dan juga tidak terlalu dingin. Pengaturan suhu setelah larutan *edible coating* mencapai suhu gelatinisasi, larutan diturunkan suhunya karena pada suhu gelatinisasi dikhawatirkan bahan mengalami kerusakan dan *edible coating* tidak menempel sempurna pada bahan. Selain itu, waktu dalam proses pengaplikasian *coating* tidak boleh terlalu lama dan terlalu sebentar. Pada penelitian Lago-Vanzela *et al.*, (2011), suhu pengaplikasian *coating* yaitu pada suhu 30°C selama 1 menit.

Waktu proses *coating* yang terlalu singkat dan terlalu lama akan mempengaruhi bahan dan juga hasil lapisan *edible coating*. Lama kontak antara bahan pelapis dengan bahan sangat penting karena paparan yang terlalu lama menyebabkan adsorpsi lebih banyak uap air. Sementara itu, semakin singkat periode kontak membuat lapisan *edible coating* pada bahan tidak merata (Priya *et al.*, 2023). Waktu paparan/kontak juga bergantung pada parameter (densitas, tegangan permukaan, viskositas) larutan pelapis dan biasanya berlangsung antara 5 detik dan 3 menit (Suhag *et al.*, 2020). Maka dari itu perlu kajian optimalisasi dalam memilih proses pelapisan pada wortel yang dikeringkan untuk memperoleh hasil produk wortel kering yang dapat dipertahankan ketampakan fisik dan kualitas serta kuantitas zat gizinya.

Jumlah siklus pencelupan dalam *coating* juga berpengaruh terhadap ketebalan lapisan, jumlah pencelupan yang terlalu banyak menyebabkan lapisan yang terlalu tebal begitu pula sebaliknya. Ketebalan lapisan yang dihasilkan secara tepat atau baik maka akan meningkatkan kualitas produk. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ulhaq (2016), jumlah pencelupan jambu biji merah ke dalam larutan *coating* berpengaruh terhadap tekstur, konsentrasi O₂ dan CO₂ dengan jumlah pencelupan 1 kali, 2 kali, dan 3 kali.

Adanya proses pengeringan pada wortel dihasilkan rendemen wortel kering sebesar $\pm 5\%$, hasil tersebut tetapi bisa berkurang atau bertambah dengan adanya perbedaan suhu pengeringan dan adanya pelapisan (*edible coating*). Pada penelitian yang dilakukan oleh Anggara *et al.*, (2015), rendemen wortel kering tertinggi diperoleh oleh wortel yang dikeringkan di suhu paling rendah yaitu 40°C sebanyak 7.80% dan rendemen paling kecil yaitu 4.76% diperoleh dari pengeringan pada suhu 70°C. Pemberian *edible coating* juga berpengaruh terhadap % rendemen yang dihasilkan, lebih lanjut Anggara *et al.*, (2015) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa semakin tinggi konsentrasi *edible coating* yang diterapkan pada wortel menghasilkan % rendemen paling tinggi. Persentase nilai rerata rendemen secara berurutan dari konsentrasi *edible coating* yaitu karagenan 0.50%, 1%, dan 1.50% adalah 5.66%, 6.09%, dan 6,55%. Pemberian coating dengan konsentrasi bahan dasar pembuat *coating* tinggi akan meningkatkan kekentalan *suspense* sehingga semakin tebal pula *coating* pada wortel kering. Pada penelitian lain menyebutkan jika perbedaan metode pengeringan menyebabkan perbedaan jumlah rendemen yang dihasilkan. Menurut Ricky (2016), dihasilkan hasil rendemen sebanyak

26,25%. Hasil ini bergantung dari sifat fisik dan kimia yang ada dalam wortel sebelum dilakukan pengeringan.

Metode yang paling umum digunakan untuk optimalisasi proses pengolahan yaitu metode respons permukaan atau *Response Surface Method* (RSM), di mana metode ini dapat mencari titik respons optimal pada beberapa variabel percobaan (Myers *et al.*, 2016). Keuntungan menggunakan metode RSM adalah dapat mengurangi jumlah percobaan yang dijalankan untuk mengevaluasi berbagai variabel dan kemampuan sebagai alat statistik untuk mengidentifikasi interaksi (Nandane *et al.*, 2017). Banyak peneliti yang sudah menggunakan RSM untuk mempelajari sifat-sifat *edible coating*. RSM telah digunakan pada penelitian Maqbool *et al.*, (2011) untuk mencari kondisi terbaik penerapan emulsi *edible coating* pada permukaan jambu biji menggunakan teknik pencelupan. Metode RSM juga digunakan oleh Malmiri *et al.*, (2011) dalam mengoptimalkan konsentrasi *chitosan* dan gliserol untuk pelapisan pisang Barangan.

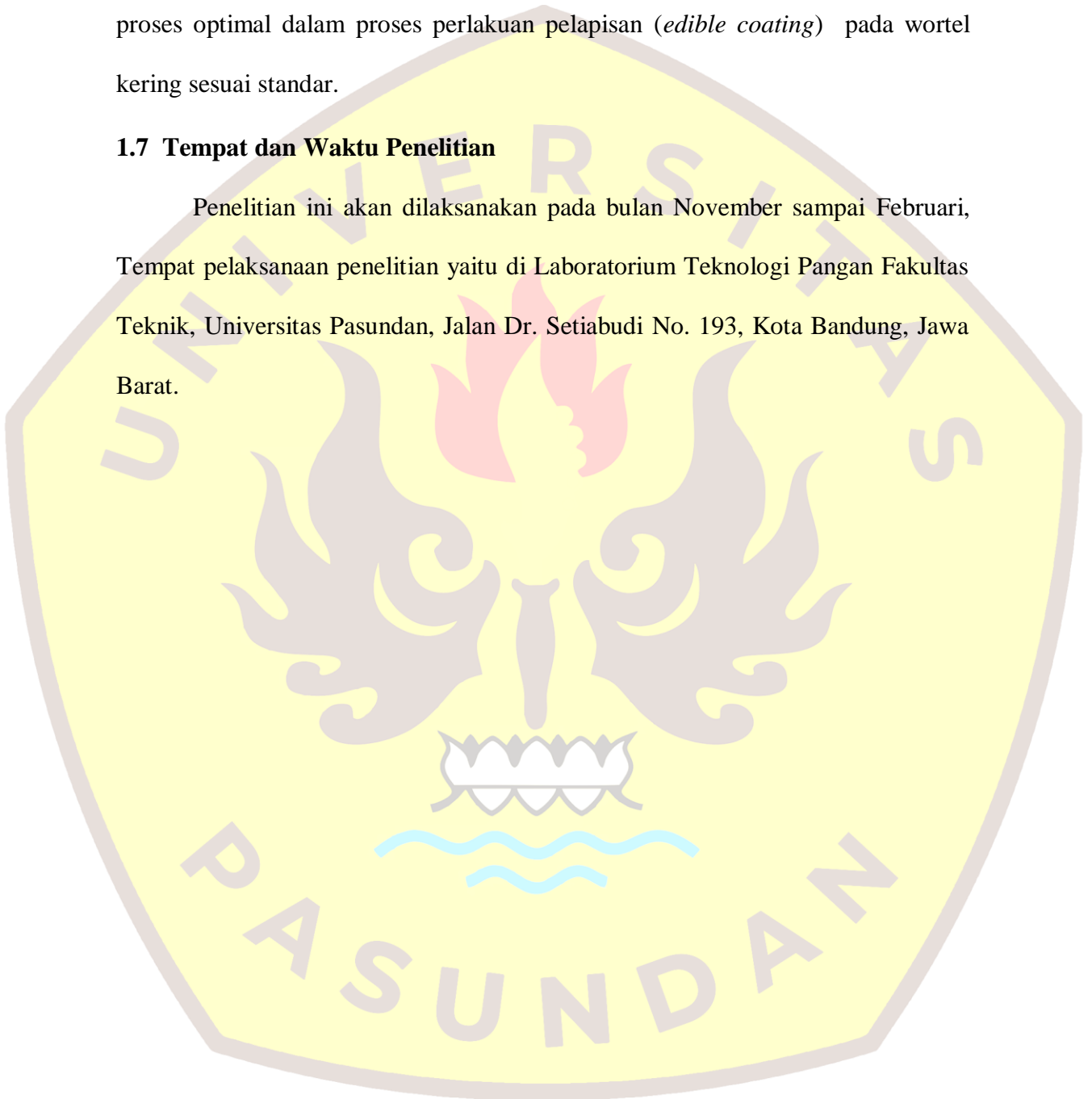
Pada Metode RSM terdapat beberapa model yang bisa digunakan yaitu *Box Behnken Design* (BBD) dan *Central Composite Design* (CCD), kedua model ini memiliki fungsi yang berbeda sesuai dengan tujuan dari optimasinya. Penggunaan CCD bertujuan untuk memperoleh suatu optimasi proses sebagai prediksi yang nantinya akan dilakukan dalam penelitian. *Central Composite Design* (CCD) adalah desain faktorial orde kedua yang mencakup titik pusat dan titik aksial (Molinuevo, 2010). Pada CCD jika banyaknya variabel bebas berjumlah k maka titik percobaan faktorial adalah $2k$ dan titik aksial adalah $2k$. Oleh karena itu, jika banyaknya pengulangan di suatu titik pusat adalah n , maka banyaknya percobaan adalah $2k+2k+n$ (Jin Kyu, 2012).

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran maka diperoleh hipotesis yaitu diduga *Response Surface Method* (RSM) dapat digunakan untuk memperoleh rangkaian proses optimal dalam proses perlakuan pelapisan (*edible coating*) pada wortel kering sesuai standar.

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan November sampai Februari, Tempat pelaksanaan penelitian yaitu di Laboratorium Teknologi Pangan Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jalan Dr. Setiabudi No. 193, Kota Bandung, Jawa Barat.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina., Faridah D. N., & Jenie, B. S. (2016). Pengaruh Retrogradasi dan Perlakuan Kelembaban Panas Terhadap Kadar Pati Resisten Tipe III Daluga. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Vol. 27(1)*, 78-86.
- Akpa, J. G., dan Dagde, K. (2012). Modification of Cassava Strach for Industrial Uses. *International Journal of Engineering and Technology Volume 2 No. 6*.
- Amrinola, W. (2015). *Pati Alami Vs Pati Termodifikasi*. Retrieved from Departement of Food Technology: <https://foodtech.binus.ac.id/2015/10/12/pati-alami-vs-pati-termodifikasi> [Diakses: 10 Oktober 2023]
- Andriani, V., & Handayani, N. A. (2023). Recent Technology of Edible Coating Production: A review. *Materials Today: Proceedings*, 200-206.
- Anggara, P. T., Zubaidah, E., & Purwantiningrum, I. (2015). Pengaruh Edible Coating Sebagai Barrier Oksigen Pada Pembuatan Wortel Instan. *Jurnal Pangan dan Agroinsustri Vol. 3 (4)*, 1722-1729.
- Antares, A., Wartini, N. M., & Wrsiati, L. P. (2017). Karakteristik Kapsul Ekstrak Pewarna Buah Pandan (*Pandanus tectorius*) Menggunakan Penyalut Maltodekstrin dan Karaginan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian (AGROTECHNO) Vol. 2, No. 2*, (220-224).
- Awwaly, K. U., Manab, A., & Wahyuni, E. (2010). Pembuatan Edible Film Protein Whey: Kajian Rasio Protein dan Gliserol terhadap Sifat Fisik dan Kimia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak, Vol 30 (Suppi,1)*, 149-165.
- Azwar, E., Asmara, P., & Darni, Y. (n.d.). Karakterisasi Edible Film Dari Pati Jagung Dengan Plastisizer Gliserol Dan Filler CMC Sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Asmara / Jurnal Teknologi dan Industri Pangan Vol. 03 No. 01*, 23-31.
- Badan Standarisasi Nasional. (1994). *Standar Nasional Indonesia Tepung Tapioka*. SNI 01-3451-1994.
- Badan Standarisasi Nasional. (1995). *Standar Nasional Indonesia Pati Jagung*. SNI 01-3727-1995.

- Bechoff, A., Westby, A., Menya, G., & Tomlins, K. I. (2011). Effect of Pretreatments for Retaining Total Carotenoids in Dried and Stored Orange-Fleshed-Sweet Potato Chips. *Journal of Food Quality*, 34, 259-267.
- Box, G. E. P. & Draper N. R. (2007). *Response Surface, Mixtures and Ridge Analyses* (2th ed.). New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Budiman. (2011). *Aplikasi Pati Singkong sebagai Bahan Baku Edible Coating untuk Memperpanjang Umur Simpan Pisang Cavendish (Musa Cavendishii)*. Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Carlsen, M. H., Halvorsen, B. L., Holte, K., Behn, S. K., Dragland, S., Sampson, L., . . . Blomh. (2010). The total Antioxidant Content of More than 3100 Foods, Beverages, Spices, Herbs and Supplements used Worldwide. *Nutrition Journal*.
- Danarti, S. (2006). *Kopi Budidaya dan Penanganan Pasca Panen*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Deden, M., Rahim, A., & Asrawaty. (2020). Sifat Fisik dan Kimia Edible Film Pati Umbi Gadung pada Berbagai Konsentrasi. *Jurnal Pengolahan Pangan* 5(1), 26-33.
- Duong, N. T., Uthairatanakii, A., Laohakunjit, N., Jitareerat, P., & Kaisangsri, N. (2022). An Innovative Single Step of Cross-Linked alginate-based Edible Coating for Maintaining Postharvest Quality and Reducing Chilling Injury in Rose Apple cv. "Tabtimchan" (*Syzygium samarangense*). *Sci. Hortic.*
- Emam, D. Z., Dehghannya, J., & Gharabagh, R. S. (2006). Assessment of Osmotic Process in Combination with Woating on Effective Diffusivities During Drying of Apple Slices. *Drying Technology*, 24, 1159-1164.
- Faridah, D. N., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Sunarti, T. C. (2014). Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Garut (*Maranta arundinaceae*). *Agritech* 34 (1), 14-21.
- Garnida, Y. (2019). *Edible Coating dan Aplikasinya Pada Produk Pangan*. Bandung: Manggu.
- Garnida, Y. (2020). *Uji Inderawi dan Sensori pada Industri Pangan*. Bandung: Manggu.

- Gardjito, M., Djuwardi, A., & Harmayanti. (2013). *Pangan Nusantara: Karakteristik dan Prospek Untuk Percepatan Diverisifikasi Pangan Edisi Pertama*. Jakarta: Kencana.
- Gasperz, V. (1995). *Teknik Analisa Dalam Penelitian Percobaan*. Bandung: Tarsito.
- Hartuti, N. (2003). *Wortel dan Lobak*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hermina, & S, P. (2016). Gambaran Konsumsi Sayur dan Buah Penduduk Indonesia dalam Konteks Gizi Seimbang: Analisis Lanjut Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) 2014. *Buletin Penelitian Kesehatan*, Vol. 44, 3.
- Ifmalinda, O. C., & Soparani, D. M. (2019). Aplikasi Edible Coating Pada Buah Pepaya (*Carica papaya L.*) Terolah Minimal Sema Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas Vol. 23, No.1*, 19-29.
- Jimenez-Monreal, A. M., Garcia-Diz, L., Martinez-Tome, M., Mariscal, M., & Murcia, M. A. (2009). Influence of Cooking Methods on Antioxidant Activity of Vegetables. *Journal of Food Science*, 74(3).
- Jin-Kyu, P., Gyeung-Mi, L., Chaeng-Young, L., Kwang-Boem, H., & Nam-Hoon, L. (2012). Analysis of Siloxane Adsorption Characteristics Using Response Surface Methodology. *Environmental Engineering Research*, Vol 17(2) : 117-122.
- Kartika, B. (1988). *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Kartikasari, S. H., Sari, P., & Subagjo. (2016). Karakterisasi Sifat Kimia, Profil Amilografi (RVA) dan Morfologi Granula (SEM) Pati Singkong Termodifikasi Secara Biologi. *Jurnal Agroteknologi 10(01)*, 12-2.
- Kementerian Kesehatan RI (2018). *Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2018*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A. and M.O. Nisperos-Carriedo. (1994). *Edible Coating and Film to Improve Food Quality*. New York (NY): Technomic Publishing Company.
- Lago-Vanzela, E., Nascimento, P., Fontes, E., Mauro, M., & Kimura, M. (2013). Edible Coatings from Native and Modified Starches Retain Carotenoids in Pumpkin During Drying. *LWT- Food Science and Technology*, 420-425.

- Malmiri, H., Osman, A., Tan, C. P., & Abdul, R. (2011). Evaluation of Effectiveness of Three Cellulose Derivative-based Edible Coatings on Changes of Physico-chemical Characteristics of “Berangan” *Banana (Musa sapientum cv. Berangan)* During Storage at Ambient Conditions. *International Food Research Journal*, 1381-1386.
- Manohar, M. (2013). *Application of Box Behnken design to optimize the parameters for turning Inconel 718 using coated carbide tools*. India: Vikram Sarabhai Space Centre (ISRO) Trivandrum.
- Maqbool, M., Ali, A., Alderson, P. G., Mohamed, M. T., Siddiqui, Y., & Zahid, N. (2011). Postharvest Application of Gum Arabic and Essential Oils for Controlling Anthracnose and Quality of Banana and Papaya During Cold Storage. *Postharvest Biology and Technology*, 71-76.
- Mas'ud, M. (2017). Optimasi Proses Mesin Stretch Blow Moulding Pada Botol 600 ml dengan Metode RSM (Response Surface Methodology) Studi Kasus di PT. Uniplastindo Interbuana. *Media Mesin: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 18 No. 1*, 15-23.
- Mehboob, S., Ali, T. M., Sheikh, M., & Hasnain, A. (2020). Effects of Cross Linking and/or Acetylation on Sorghum Starch and Film Characteristics. *Journal Int. Biol Macromol* 155, 786-794.
- Molinuevo-Salces B, García-González MC, González-Fernández C, Cuetos MJ, Morán A, Gómez X. (2010). Anaerobic co-digestion of livestock wastes with vegetable processing wastes: a statistical analysis. *Bioresour. Technol.* 101:9479-9485.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and Analysis of Experiments*. New York: John Wiley & Sons.
- Muchtadi, T. R., & Sugiyono. (2013). *Prinsip Proses Dan Teknologi Pangan*. Bandung: Alfabeta.
- Murni, S. W., Pawignyo, H., Widyawati, D., & Sari, N. (2015). Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (*Zea Mays L.*) dan Kitosan. *Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia*.
- Myers, R. H., & Montgomery, D. C. (1995). *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. New York: John Wiley & Sons.

- Nascimento, P., Fernandes, N. S., Mauro, M. A., & Kimura, M. (2009). Beta-carotene Stability During Drying and Storage of Cassava and Sweet Potato. *Acta Horticulture*, 841, 363-366.
- Nurchayono, I. D., Zubaidah, E. (2015). Pengaruh Konsentrasi Carboxy Methyl Cellulose Sebagai *Edible Coating* Dan Suhu Pengeringan Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Wortel Kering Instan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol.3 No. 3 p.1992-1202.
- Oktaviani, I. I., dan Ulilalbab, A. (2020). Pengaruh penambahan tepung biji alpukat (*Persea americana Mill*) dalam pembuatan roti tawar terhadap kadar air dan daya terima. *Jurnal Teknologi Pangan Kesehatan* 2(1) : 44-52
- Paidari, S., Zamindar, N., Tahergorabi, R., Kargar, M., Ezzati, S., Shirani, N., & Musavi, S. H. (2021). Edible Coating and Films as Promising Packaging: A mini review. *Journal Food Meas*, 4205-4214.
- Parreidt, T. S., Schott, M., Schmid, M., & Müller, K. (2018). Effect of Presence and Concentration of Plasticizers, Vegetable Oils, and Surfactants on the Properties of Sodium-Alginate-Based Edible Coatings. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(3): 742.
- Perincek, O., & Colak, M. (2013). Use of Experimental Box-Behnken Design for the Estimation of Interactions Between Harmonic Currents Produced by Single Phase Loads. *Int. Journal Eng Res Appl*.
- Polat, S., Guclu, G., Kelebek, H., Keskin, S., & Selli, S. (2022). Comparative Elucidation of Colour, Volatile and Phenolic Profiles of Black Carrot (*Daucus carota L.*) Pomace and Powders Prepared by Five Different Drying Methods. *Food Chemistry*, 369.
- Priya, K., Thirunavookarasu, N., & Chidanand, D. V. (2023). Recent Advances in Edible Coating of Food Products and its Legislations: A review. *Journal of Agriculture and Food Research*.
- Putri, T. R., Adhitasari, A., Paramita, V., Yulianto, M. E., & Ariyanto, H. D. (2023). Effect of Different Starch on the Characteristics of Edible Film as Functional Packaging in Fresh Meat or Meat Products: A review. *Materials Today: Proceedings* 87, 192-199.
- Saati, E. A., Wachid, M., Nurhakim, M., Winarsih, S., & Rohman, M. L. A. (2019). Pigmen Sebagai Zat Pewarna dan Antioksidan Alami Identifikasi Pigmen Bunga, Pembuatan Produk serta Penggunaannya Vol 1. Yogyakarta: UMM Press.

- Saha, D., & Bhattacharya, S. (2010). Hydrocolloids as Thickening and Gelling Agents In Food: a Critical Review. *Journal of Food Science and Technology*, 47(6):587-597.
- Saidi, I. A., & Wulandari, F. E. (2019). *Pengeringan Sayuran dan Buah-Buahan*. Sidoarjo: Press.
- Santoso, B., Pratama, F., Hamzah, B., & Pambayun, R., (2012). Perbaikan Sifat Mekanik dan Laju Transmisi Uap Air Edible Film dari Pati Ganyong Termodifikasi dengan Menggunakan Lilin Lebah dan Surfaktan. *Jurnal Argitech*, Vol. 32(1), 9-14.
- Santoso, B., Amilita, D., Priyanto, G., Hermanto., & Sugito. (2018). Pengembangan Edible Film Komposit Berbasis Pati Jagung dengan Penambahan Minyak Sawit dan Tween 20. *Jurnal Agritech*, 38(1), 119-124.
- Satriyanto, B., Widjanarko, S. B., & Yunianta. (2012). Stabilitas Warna Ekstrak Buah Merah (*Pandanus Conoideus*) Terhadap Pemanasan Sebagai Sumber Potensial Pigmen Alami. *Jurnal Teknologi Pertanian* , 157-168.
- Soemarno. (2007). *Rancangan Teknologi Proses Pengolahan Tapioka dan Produk (Tesis)*. Malang: Magister Teknik Kimia. Universitas Brawijaya.
- Shilpi, K., Advait, S. N., Agnes, B., Yin, H. I., Fang, I., & Lauren, C. D. (2016). Proteasome Inhibition for Treatment of Leishmaniasis, Chagas Disease and Sleeping Sickness. *Nature*, 229-233.
- Sudarmadji, S., B. H., & Suhardi. (1996). *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Suhag, R. N., Kumar, A. T., Petkoskka, A., & Upadhay. (2020). Film Formation and Deposition Methods of Edible Coating on Food Products: a review. *Food Res. Int*, 136.
- Soekarto, S.T. (1990). *Penilaian Organoleptik. Pusat Pengembangan Teknologi Pangan*. Bogor: IPB
- Thakur, R., Saberi, B., Pristijono, P., Golding, J., Stathopoulos, C., Scarlett, C., . . . Vuong, Q. (2016). Characterization of Rice Starch- ι -Carrageenan Biodegradable Edible Film. Effect of Stearic Acid on the Film Propertie. *Journal Int. Biol. Macromol*, 93, 952-960.

Veza, I., Spraggon, M., Fattah, I. M., & Idris, M. (2023). Response Surface Methodology (RSM) for Optimizing Engine Performance and Emissions Fueled with Biofuel: Review of RSM for Sustainability Energy Transition. *Results in Engineering*, 1-14.

Wahyudi. (2012). *Optimalisasi Formula Produk Ekstruksi Snack Makaroni dari Tepung Sukun dengan Metode Desain Campuran (Mixture Design)*. Bogor: IPB.

Wang, L., Zonghao, L., Dan, L., & Jianhua, F. (2022). Effect of Heat and Pulsed Electric Field Treatment on the Physicochemical and Nutritional Properties of Carrots. *Journal of The Science of Food and Agriculture*.

