

**KORELASI KONSENTRASI TEPUNG KACANG KORO
PEDANG (*Canavalia ensiformis L.*) TERMODIFIKASI
TERHADAP KARAKTERISTIK PRODUK *COOKIES***

TUGAS AKHIR

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

Oleh :

**Cindy Zahra Putri Hermawan
21.302.0077**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2025**

ABSTRAK

KORELASI KONSENTRASI TEPUNG KACANG KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis* L.) TERMODIFIKASI TERHADAP KARAKTERISTIK PRODUK *COOKIES*

Oleh

Cindy Zahra Putri Hermawan

NRP : 21.302.0077

(Program Studi Teknologi Pangan)

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil korelasi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terhadap karakteristik produk *Cookies*. Metode penelitian terbagi menjadi dua tahap. Pada tahap pertama, dilakukan pembuatan tepung kacang koro pedang termodifikasi dengan metode fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum*. Sedangkan penelitian kedua yaitu pembuatan *Cookies* dengan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi, yang selanjutnya dilakukan analisis kimia, fisik, serta uji penerimaan konsumen. Penelitian ini menggunakan regresi linear sederhana dengan variabel independen adalah konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi yaitu 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50% untuk variabel dependen adalah analisis kimia dan fisik, sementara respon organoleptik diolah data menggunakan tabel Analisis Variasi (ANOVA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi tepung kacang koro pedang berkorelasi sangat kuat dengan kadar protein dimana nilai $r = 0,9452$, kadar karbohidrat berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan negatif dimana nilai $r = -0,9408$, kadar lemak berkorelasi kuat dengan arah hubungan negatif dimana $r = -0,6697$, kadar air berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan positif dimana $r = 0,8665$, kadar abu berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan negatif dimana $r = 0,9398$, nilai pH berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan negatif dimana $r = -0,8736$, dan uji kekerasan berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan negatif dimana $r = -0,9528$. Uji penerimaan konsumen pada atribut warna yang memiliki nilai tinggi pada konsentrasi 20%, pada atribut aroma dan aftertaste yang memiliki nilai paling tinggi pada konsentrasi 0% (Kontrol), Pada atribut rasa dan tekstur yang memiliki nilai paling tinggi pada konsentrasi 10%.

Kata Kunci : Kacang Koro Pedang, Tepung Termodifikasi, *Cookies*

ABSTRACT

CORRELATION OF MODIFIED SWORD BEAN FLOUR (Canavalia ensiformis L.) CONCENTRATION ON THE CHARACTERISTICS OF COOKIE PRODUCTS

By

Cindy Zahra Putri Hermawan

NRP : 21.302.0077

(Departement of Food Technology)

*This study aims to determine the correlation between the concentration of modified sword bean flour and the characteristics of cookie products. The research was conducted in two stages. The first stage involved producing modified sword bean flour using a fermentation method with *Lactobacillus plantarum* bacteria. The second stage was the production of Cookies by adding the modified sword bean flour as an ingredient, followed by chemical and physical analyses, as well as consumer acceptance testing. This study used simple linear regression with the independent variable being the concentration of modified sword bean flour at 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, and 50%. The dependent variables were chemical and physical analyses, while organoleptic responses were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA). The results showed that the concentration of sword bean flour had a very strong positive correlation with protein content ($r = 0.9452$), a very strong negative correlation with carbohydrate content ($r = -0.9408$), a strong negative correlation with fat content ($r = -0.6697$), a very strong positive correlation with moisture content ($r = 0.8665$), a very strong negative correlation with ash content ($r = -0.9398$), a very strong negative correlation with pH value ($r = -0.8736$), and a very strong negative correlation with hardness test results ($r = -0.9528$). Consumer acceptance tests showed that the highest scores for color were at 20% concentration; aroma and aftertaste received the highest scores at 0% concentration (control); and taste and texture scored the highest at 10% concentration.*

Keywords: Sword Bean Flour, Modified Flour, Cookies

**KORELASI KONSENTRASI TEPUNG KACANG KORO
PEDANG (*Canavalia ensiformis L.*) TERMODIFIKASI
TERHADAP KARAKTERISTIK PRODUK *COOKIES***

Oleh :

Cindy Zahra Putri Hermawan
21.302.0077
(Program Studi Teknologi Pangan)

Fakultas Teknik
Universitas Pasundan

**Menyetujui,
Pembimbing**

Tanggal 16 September 2025

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Tantan Widiantera', is positioned above the name of the supervisor.

(Dr. Tantan Widiantera, S.T., M.T)

**KORELASI KONSENTRASI TEPUNG KACANG KORO
PEDANG (*Canavalia ensiformis L.*) TERMODIFIKASI
TERHADAP KARAKTERISTIK PRODUK *COOKIES***

Oleh :

Cindy Zahra Putri Hermawan
21.302.0077
(Program Studi Teknologi Pangan)

Fakultas Teknik
Universitas Pasundan

Menyetujui,
Koordinator Pembelajaran, kemahasiswaan, Kerja Praktek dan Tugas
Akhir

Tanggal 16 September 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'R' followed by a horizontal line and a series of loops and strokes.

(Rizal Maulana Ghaffar, S.T., M.T.)

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 ke perpustakaan 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 :

Hermawan, C. Z. P. (2025). Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang (*Canavalia Ensiformis L.*) Termodifikasi Terhadap Karakteristik Produk *Cookies*. Tugas Akhir Program Sarjana, Universitas Pasundan.

Dan dalam Bahasa Inggris sebagai berikut :

Hermawan, C. Z. P. (2025). *Correlation Of Modified Sword Bean Flour (Canavalia ensiformis L.) Concentration On The Characteristics Of Cookie Products. Bachelor's Thesis*, Universitas Pasundan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana di Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan.

Penelitian ini berjudul “**Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis L.*) Termodifikasi Terhadap Karakteristik Produk Cookies**”. Penulis berharap penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta memberikan manfaat.

Dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, penulis telah menerima banyak dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ini menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Dosen Pembimbing, Bapak Dr. Tantan Widiantera, S.T., M.T yang telah memberikan bimbingan, motivasi, ilmu, serta arahnya selama penulisan dan penelitian Tugas Akhir
2. Dosen Penguji Satu Sidang Tugas Akhir, Bapak Jaka Rukmana, S.T., M.T. yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu serta saran.
3. Dosen Penguji dua Sidang Tugas Akhir Ibu Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si. yang telah meluangkan waktu dan memberikan ilmu serta saran
4. Dosen Pembimbing Pendamping, Bapak Rizal Maulanan Ghaffar, S.T., M.T. yang telah meluangkan waktu, membimbing, serta mengarahkan kepada penulis selama penelitian dan penyusunan Tugas Akhir.

5. Ketua Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan, Bapak Jaka Rukmana, S.T., M.T.
6. Koordinator Belmawa Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan, Bapak Rizal Maulanan Ghaffar, S.T., M.T.
7. Kedua orang tua tercinta Yudhi Hermawan Yunus dan Raden Novie Rosdiana, serta adik tersayang Ahmad Zaky Putra Hermawan dan Amira Keysha Putri Hermawan yang selalu memberikan *support* kepada penulis
8. Teman seperjuangan saya selama kerja praktek hingga tugas akhir, Apriani yang telah berjuang bersama, memotivasi, dan saling menguatkan.
9. Teman anak kost Kila, Deswita, Tabina, dan Riska yang telah memberikan motivasi, semangat, dan bantuan kepada penulis
10. Kepada Muhammad Ikrom As-sidqi, S.T. yang telah memberikan *support* penulis selama proses pengerjaan laporan dan memberikan dukung
11. Kepada teman-teman dan akang tete Asisten Laboratorium Uji Inderawi tahun 2025 yang telah memberikan dukungan.
12. Kepada pengurus Himpunan Kabinet Gamaskara periode 2024-2025 yang telah memberikan dukungan.
13. Kepada pengurus Perpustakaan Mahasiswa Teknologi Pangan periode 2024-2025 yang selalu memberikan dukungan
14. Kepada Bapak Laboran yang telah membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian di Lantai 3 Kampus IV Universitas Pasundan
15. Kepada Angkatan 2021 “RESAIN” teman seperjuangan dari Mahasiswa baru hingga berjuang sampai tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat diharapkan demi perbaikan. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membaca. Mohon maaf apabila terdapat kata-kata yang kurang berkenan dalam laporan ini.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Kerangka Pemikiran	4
1.6 Hipotesis Penelitian	10
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
II. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1 Kacang Koro Pedang	11
2.2 Modifikasi Tepung	13
2.3 <i>Cookies</i>	19
2.4 Bahan Baku.....	22
2.4.1 Tepung Koro Termodifikasi	22
2.4.2 Tepung Terigu	23
2.4.3 Margarin	26
2.4.4 Telur	27
2.4.5 Gula	29
2.4.6 Gula Palem	31
2.4.7 Garam	32
2.4.8 Bahan Pengembang	33

2.4.9	Vanili	35
2.5.1	Pencampuran	36
2.5.2	Pencetakan	37
2.5.3	Pemanggangan	37
2.6	Regresi Linear	38
2.6.1	Asumsi-asumsi yang diuji meliputi (Fitri et al., 2023)	38
2.6.2	Analisis Regresi Linear Sederhana	39
2.6.3	Analisis Regresi Linear Berganda	40
2.6.3	Koefisien Korelasi	40
III.	METODOLOGI PENELITIAN	42
3.1	Bahan dan Alat	42
3.1.1	Bahan-bahan Penelitian	42
3.1.2	Alat-alat Penelitian	42
3.2	Metodologi Penelitian	43
3.2.1	Penelitian Tahap Satu	43
3.2.2	Penelitian Tahap Dua	44
3.3	Prosedur Penelitian	48
3.3.1	Prosedur Penelitian Tahap Satu	48
3.3.2	Prosedur Penelitian Tahap Dua	55
3.4	Diagram Alir Penelitian	57
3.4.1	Diagram Alir Penelitian Tahap Satu	57
3.4.2	Diagram Alir Penelitian Tahap Dua	61
3.5	Formulasi <i>Cookies</i>	62
3.6	Jadwal Usulan Penelitian	63
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	64
4.1	Hasil Penelitian dan Pembahasan Tahap I	64
4.1.1	Peremajaan Kultur <i>Lactobacillus plantarum</i> ATCC 8014	64
4.1.2	Pembuatan Suspensi <i>Lactobacillus plantarum</i>	65
4.1.3	Hasil Analisis Tepung Kacang Koro Pedang dan Tepung Kacang Koro Pedang termodifikasi	67
4.2	Hasil Penelitian dan Pembahasan Tahap II	76
4.2.1	Karakteristik Kimia <i>Cookies</i>	76
4.2.2	Respon Fisik <i>Cookies</i>	97
4.2.3	Respon Organoleptik <i>Cookies</i>	100
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	111

5.1	Kesimpulan	111
5.2	Saran	112
DAFTAR PUSTAKA		113
LAMPIRAN		124

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Syarat Mutu Biskuit.....	21
2. Syarat Mutu Tepung Terigu	25
3. Syarat Mutu Margarin	27
4. Syarat Mutu Telur.....	28
5. Syarat Mutu Gula	30
6. Syarat Mutu Gula Palem	31
7. Syarat Mutu Garam	33
8. Syarat Mutu Bahan Pengembang	34
9. Syarat Umum Vanili.....	36
10. Koefisien Korelasi	41
11. Hubungan Variabel X dan Y	45
12. Data perhitungan koefisien a dan b	46
13. Analisis Variasi (ANAVA)	47
14. Skala hedonik dengan skala numeriknya.....	48
15. Formulasi Cookies.....	62
16. Jadwal Usulan Penelitian.....	63
17. Hasil Perhitungan Bakteri metode Total Plate Count.....	64
18. Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i>	66
19. Hasil Analisis Kimia Tepung Kacang Koro Pedang dan Tepung Kacang Koro Pedang termodifikasi.....	68

20. Hasil Analisis Kadar Air Cookies	77
21. Hasil Analisis Kadar Abu Cookies.....	79
22. Hasil Analisis pH Cookies	82
23. Hasil analisis Kadar Protein Cookies	85
24. Hasil analisis Kadar Karbohidrat Cookies	90
25. Hasil Analisis Kadar Lemak Cookies.....	93
26. Hasil Analisis Uji Kekerasan Cookies	97
27. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Warna	101
28. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Aroma.....	103
29. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Rasa	105
30. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Tekstur.....	107
31. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut After taste	109
32. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Pendahulu	133
33. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama	133
34. Kebutuhan Analisis	134
35. Total Rancangan Anggaran Biaya Penelitian.....	134
36. Total Plate Count (TPC).....	136
37. Perhitungan Bakteri Metode McFarland	137
38. Nilai Absorbansi <i>Lactobacillus plantarum</i>	138
39. Data Perhitungan Kadar Air Tepung.....	140
40. Hasil Perhitungan Kadar Air Tepung	140
41. Data Perhitungan Kadar Abu Tepung	141
42. Data Hasil Perhitungan Kadar Abu Tepung	141

43. Data Perhitungan Kadar Lemak Tepung	142
44. Data Hasil Perhitungan pH Tepung.....	142
45. Data Perhitungan Kadar HCN Tepung.....	143
46. Data Hasil Perhitungan kadar HCN Tepung	143
47. Data Perhitungan Kadar Protein Tepung.....	144
48. Data Hasil Perhitungan Kadar Protein Tepung	144
49. Data Perhitungan Kadar Pati Tepung.....	146
50. Data Hasil Perhitungan Kadar Pati Tepung	147
51. Data Perhitungan Kadar Lemak Tepung	148
52. Data Hasil Perhitungan Kadar Lemak Tepung.....	148
53. Data Perhitungan Kadar Air Cookies	149
54. Data Hasil Perhitungan Kadar Air Cookies.....	150
55. Data Regresi Linear Kadar Air Cookies.....	150
56. Data Perhitungan Kadar Abu Cookies	153
57. Data Hasil Perhitungan Kadar Abu Cookies	154
58. Data Regresi Linear Kadar Abu Cookies	154
59. Data Perhitungan pH Cookies	157
60. Data Hasil Perhitungan pH Cookies.....	157
61. Data Regresi Linear pH Cookies.....	158
62. Data Perhitungan Kadar Protein Cookies.....	161
63. Data Hasil Perhitungan Kadar Protein Cookies	161
64. Data Regresi Linear Kadar Protein Cookies.....	162
65. Data Perhitungan Kadar Karbohidrat Cookies	165

66. Data Hasil Perhitungan Kadar Karbohidrat Cookies.....	165
67. Data Regresi Linear Kadar Karbohidrat Cookies.....	166
68. Data Perhitungan Kadar Lemak Cookies	169
69. Data Hasil Perhitungan Kadar Lemak Cookies.....	170
70. Data Regresi Linear Kadar Lemak Cookies	170
71. Data Perhitungan Uji Tekstur Kekerasan Cookies	173
72. Data Hasil Perhitungan Uji Tekstur Kekerasan Cookies	173
73. Data Regresi Linear Uji Tekstur Kekerasan Cookies.....	174
74. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut Warna.....	179
75. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut Warna	179
76. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Warna.....	179
77. Uji Lanjut Duncan Pengujian Organoleptik Atribut Warna.....	180
78. Hasil Uji Organoleptik Atribut Warna	180
79. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut Aroma.....	184
80. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut Aroma.....	184
81. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Aroma	184
82. Hasil Uji Organoleptik Atribut Aroma.....	184
83. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut Rasa.....	188
84. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut Rasa	188
85. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Rasa.....	188
86. Uji Lanjut Duncan Pengujian Organoleptik Atribut Rasa.....	189
87. Hasil Uji Organoleptik Atribut Rasa	189
88. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut Tekstur	192

89. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut Tekstur.....	192
90. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur	192
91. Uji Lanjut Duncan Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur	193
92. Hasil Uji Organoleptik Atribut Tekstur.....	193
93. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut After taste.....	197
94. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut After taste	197
95. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut After taste.....	197
96. Uji Lanjut Duncan Pengujian Organoleptik Atribut After taste.....	198
97. Hasil Uji Organoleptik Atribut After taste	198

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kacang Koro Pedang.....	12
2. Cookies.....	19
3. Tepung Terigu	23
4. Margarin	26
5. Telur	28
6. Gula	30
7. Gula Palem	31
8. Garam	33
9. Bahan Pengembang	34
10. Vanili	36
11. Diagram Alir Peremajaan Kultur <i>Lactobacillus plantarum</i> ATCC 8014	57
12. Diagram Alir Pembuatan Starter Kultur <i>Lactobacillus plantarum</i>	58
13. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Kacang.....	59
14. Diagram Alir pembuatan Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Dengan Fermentasi Menggunakan Starter Bakteri <i>Lactobacillus plantarum</i>	60
15. Diagram Alir Pembuatan Cookies.....	61
16. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Air Cookies.....	77
17. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Abu Cookies	80

18. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap pH Cookies	82
19. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Protein Cookies.....	85
20. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Karbohidrat Cookies	90
21. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Lemak Cookies	94
22. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap tekstur kekerasan Cookies	98
23. Langkah Pembuatan Grafik Kurva Standar McFarland	137
24. Kurva Standar McFarland	138
25. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Air Cookies.....	151
26. Grafik Linear Kadar Air Cookies	152
27. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Abu Cookies	155
28. Grafik Regresi Linear Kadar Abu Cookies	156
29. Langkah Penentuan Regresi Linear pH Cookies.....	159
30. Grafik Regresi Linear pH Cookies	160
31. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Protein Cookies	163
32. Grafik Regresi Linear Kadar Protein Cookies.....	164
33. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Karbohidrat Cookies.....	167
34. Grafik Regresi Linear Kadar Karbohidrat Cookies.....	168
35. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Lemak Cookies.....	171

36. Grafik Regresi Linear Kadar Lemak Cookies	172
37. Grafik Regresi Linear Tekstur Kekerasan Cookies	175
38. Kultivasi dan Analisis Total Plate Count (TPC)	200
39. Pengujian Perhitungan Bakter menggunakan metode McFarland	200
40. Proses Fermentasi dan Produk Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	201
41. Produk Cookies	201
42. Pengujian Kadar Abu dan Kadar Air metode Gravimetri	202
43. Pengujian Kadar Protein metode Kjeldahl dan Kadar Lemak Metode Ekstraksi	202
44. Pengujian Kadar HCN metode Destilasi dan Kadar Pati Metode Luff Schoorl	203
45. Pengujian pH dengan pH Meter dan Uji Tekstur Kekerasan dengan Penetrometer	203
46. Uji Organoleptik	204

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Analisis Kadar Protein.....	124
2. Analisa Kadar Lemak	125
3. Analisis Kadar Karbohidrat	126
4. Analisis Kadar Air	127
5. Analisis Kadar Abu	127
6 Analisis Kadar HCN.....	129
7 Respon Fisik (Kekerasan).....	129
8. Respon Organoleptik	130
9. Prosedur Pengukuran pH.....	131
10. Penentuan Jumlah Koloni Bakteri Metode <i>Total Plate Count</i> (TPC).....	131
11. Uji McFarland	132
12. Anggaran Biaya dan Kebutuhan Analisis.....	133
13. Perhitungan Proses Fermentasi Tepung	135
14. Analisis Total Plate Count (TPC) pada proses kultivasi	136
15. Analisis McFarland Perhitungan Kultur <i>Lactobacillus plantarum</i>	137
16. Analisis Kadar Air Tepung Kacang Koro Pedang	140
17. Analisis Kadar Abu Tepung Kacang Koro Pedang.....	141
18. Analisis pH Tepung Kacang Koro Pedang.....	142
19. Analisis Kadar HCN Tepung Kacang Koro Pedang	143
20. Analisis Kadar Protein Tepung Kacang Koro Pedang	144

21. Analisis Kadar Pati Tepung Koro Pedang.....	146
22. Analisis Kadar Lemak Tepung Kacang Koro Pedang.....	148
23. Hasil Analisis Kadar Air Cookies	149
24. Hasil Analisis Kadar Abu Cookies.....	153
25. Hasil Analisis Pengukuran pH Cookies	157
26. Hasil Analisis Kadar Protein Cookies	161
27. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat Cookies	165
28. Hasil Analisis Kadar Lemak Cookies.....	169
29. Hasil Analisis Tektur Kekerasan Cookies	173
30. Hasil Analisis Organoleptik Cookies Atribut Warna	177
31. Hasil Analisis Organoleptik Cookies Atribut Aroma.....	182
32. Hasil Analisis Organoleptik Cookies Atribut Rasa	186
33. Hasil Analisis Organoleptik Cookies Atribut Tekstur	190
34. Hasil Analisis Organoleptik Cookies Atribut <i>After taste</i>	195
35. Dokumentasi Penelitian.....	200

I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1.1) Latar Belakang, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Pemikiran, (1.6) Hipotesis Penelitian, dan (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1 Latar Belakang

Tepung terigu adalah bahan pangan yang dihasilkan dari penggilingan biji gandum dan digunakan untuk membuat berbagai jenis produk pangan, termasuk kue. Meskipun tepung terigu merupakan salah satu bahan pokok di Indonesia dengan permintaan yang banyak, gandum sebagai bahan dasar pembuatan tepung terigu tidak sesuai dengan iklim di Indonesia (Makmur, 2018). Berdasarkan data impor biji gandum di Indonesia tahun 2020 yaitu 10.287,1 kg/tahun, tahun 2021 yaitu 11.172,0 kg/tahun, tahun 2022 yaitu 9.350,4 kg/tahun, dan tahun 2023 yaitu 10.586,6 kg/tahun (Badan Pusat Statistika, 2024). Ketergantungan pada impor gandum mendorong upaya diversifikasi pangan dengan pemanfaatan bahan baku lokal Alternatif kacang koro pedang.

Kacang koro pedang (*Canavalia ensiformis L.*) adalah tanaman lokal yang mudah ditemukan dan memiliki potensi besar untuk dikembangkan di Indonesia. Tanaman ini telah dibudidayakan di berbagai daerah di Indonesia dengan luas lahan mencapai 1.590 hektar, tersebar hampir di seluruh Pulau Jawa, Sulawesi, dan Sumatera (Kementan, 2022). Kacang koro pedang merupakan jenis kacang-kacangan yang memiliki kandungan protein dan karbohidrat tinggi. Pada biji koro pedang mengandung 30,96% protein dan 56,51% karbohidrat. Kacang koro

pedang juga merupakan sumber vitamin B1, zat besi, fosfor, kalium, dan magnesium. Meskipun terdapat asam sianida (HCN) pada kacang koro pedang mentah, tetapi dengan metode perendaman dan fermentasi dapat menurunkan kadar HCN pada kacang koro pedang. (Syamsiana et al., 2024).

Pemanfaatan kacang koro pedang di Indonesia belum mencapai tahap optimal. Peningkatan pemanfaatan kacang koro pedang dapat diwujudkan melalui diversifikasi pangan yang inovatif. Pengembangan produk olahan baru berbasis kacang koro pedang dapat memperluas cakupan pasar dan meningkatkan nilai ekonomis kacang koro pedang. Salah satu upaya diversifikasi kacang koro pedang adalah melalui pengolahan modifikasi tepung kacang koro dengan metode fermentasi. Hal ini didasari oleh potensi kacang koro pedang sebagai sumber tepung kaya protein yang dapat dimanfaatkan secara luas dalam industri pangan (Nursalma et al., 2021).

Pengolahan modifikasi tepung kacang koro pedang dengan fermentasi bertujuan untuk memperbaiki karakteristik tepung. Salah satu metode modifikasi yang digunakan adalah fermentasi. *Lactobacillus plantarum* merupakan salah satu spesies bakteri yang sering digunakan dalam proses fermentasi untuk meningkatkan karakteristik nutrisi dan fungsi bahan, terutama pada bahan mentah yang berasal dari biji-bijian. (Kurniana, 2015).

Pemanfaatan kacang koro pedang menjadi tepung kacang koro pedang termodifikasi yang akan diaplikasikan pada produk *Cookies*. *Cookies* merupakan jenis biskuit yang dipanggang menggunakan oven terbuat dari tepung terigu, gula, lemak dan telur. *Cookies* merupakan camilan populer dikalangan masyarakat dan

Cookies memiliki keunggulan dalam hal daya simpan yang relatif lama. diketahui data rata-rata konsumsi *Cookies* di Provinsi Jawa Barat pada tahun 2020 yaitu 0.529 per kapita, pada tahun 2021 yaitu 0.514 per kapita, pada tahun 2022 yaitu 0.460 per kapita, pada tahun 2023 yaitu 0.445 perkapita, dan pada tahun 2024 yaitu 0.477 per kapita (Badan Pusat Statistika, 2024). *Cookies* yang dibuat dengan bahan dasar 100% tepung terigu memiliki kandungan protein yang relatif rendah. (Nugraha, 2020). Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas cookies terutama dalam hal kandungan protein, perlu dilakukan pencampuran dengan bahan baku lain seperti tepung kacang koro pedang yang telah dimodifikasi, karena tepung ini memiliki kandungan protein yang cukup tinggi.

Dalam upaya pemanfaatan sumber daya lokal seperti kacang koro pedang menjadi krusial. Penelitian ini berfokus pada pengaplikasian tepung kacang koro pedang termodifikasi pada produk *Cookies* sebagai produk diversifikasi pangan yang inovatif.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, masalah yang dapat diidentifikasi yaitu apakah konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berkorelasi terhadap karakteristik *Cookies*.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini yaitu untuk menentukan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi pada pembuatan produk *Cookies*, dengan tujuan untuk mengetahui dan mempelajari korelasi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terhadap karakteristik produk *Cookies*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dari penelitian ini adalah :

1. Pemanfaatan komoditas lokal yaitu Kacang Koro Pedang pada proses pengolahan *Cookies*
2. Penganekaragaman produk-produk olahan pangan berbasis komoditas lokal yaitu Kacang Koro Pedang.

1.5 Kerangka Pemikiran

Tepung terigu dapat dibagi menjadi tiga kategori utama berdasarkan kandungan proteinnya. Kategori pertama mencakup tepung terigu yang memiliki kadar protein tinggi, biasanya berkisar antara 11% hingga 13% atau lebih. Tepung ini mengandung gluten yang kuat, sehingga adonan menjadi elastis saat dicampurkan dengan cairan. Kategori kedua adalah tepung terigu dengan kadar protein sedang, yaitu sekitar 8% hingga 10%. Tepung ini ideal untuk adonan yang memerlukan tekstur lembut, namun tetap dapat mengembang, seperti pada pembuatan kue. Kategori ketiga adalah tepung terigu dengan kadar protein rendah, berkisar antara 6% hingga 8%. Jenis tepung ini biasanya digunakan untuk membuat adonan yang memiliki tekstur renyah (Khatarina, 2018).

Menyambung dari pentingnya kadar protein tepung, hasil penelitian oleh Kurniana (2015) menunjukkan bahwa fermentasi koro pedang (*Canavalia ensiformis* L.) selama 24 jam menggunakan *Lactobacillus plantarum* mampu memodifikasi karakteristik fisik, kimia, dan fungsional tepung yang dihasilkan. Perlakuan fermentasi pada pH 4 selama 24 jam menghasilkan nilai derajat putih tertinggi sebesar 89,40, yang menunjukkan peningkatan kualitas visual tepung dibandingkan dengan fermentasi spontan. Walaupun kadar protein tertinggi dicapai pada fermentasi 8 jam, kadar protein tepung hasil fermentasi 24 jam masih lebih

tinggi daripada tepung hasil fermentasi spontan meski cenderung menurun seiring waktu fermentasi. Selain itu, nilai daya buih dan stabilitas buih tepung juga menurun dengan lamanya fermentasi, namun tetap lebih baik dibandingkan kontrol tanpa inokulasi. Oleh karena itu, fermentasi terkontrol selama 24 jam dapat menjadi metode efektif dalam meningkatkan kualitas tepung koro pedang sebagai bahan pangan fungsional berbasis lokal.

Lebih lanjut, mekanisme pertumbuhan bakteri selama proses fermentasi diuraikan oleh Hidayatulloh et al., (2019) yang mengidentifikasi fase pertumbuhan bakteri setelah fase adaptasi, yaitu fase logaritmik yang berlangsung sejak jam ke-3 hingga ke-24. Pada tahap ini, populasi bakteri berkembang pesat dengan laju yang konstan, memperbanyak diri menjadi dua kali lipat. Selain itu, pada fase logaritmik hingga awal fase stasioner, bakteri mulai memproduksi senyawa metabolit primer seperti asam laktat, asam asetat, dan hidrogen peroksida yang berfungsi memperbaiki kualitas tepung. Fase stasioner yang berlangsung mulai jam ke-24 hingga ke-48 ditandai dengan keseimbangan antara jumlah sel yang tumbuh dan yang mati, sehingga kurva pertumbuhan menunjukkan keadaan relatif tetap, dimana terjadi peningkatan jumlah populasi hingga mencapai 10^9 sel/ml.

Namun demikian, fermentasi biji kacang koro pedang juga memiliki beberapa kekurangan, Menurut Kurniana (2015), seperti proses fermentasi yang lebih lama dan kurang efisien karena mikroba membutuhkan waktu lebih lama untuk menembus struktur biji. Selain itu, aroma khas kacang yang dihasilkan dari fermentasi biji cenderung kurang disukai konsumen, dan penurunan kadar senyawa antinutrisi seperti asam sianida (HCN) memerlukan perlakuan khusus agar lebih

efektif. Sifat fungsional tepung hasil fermentasi biji terutama dalam hal daya serap air dan stabilitas emulsi juga cenderung kurang optimal dibandingkan fermentasi tepung.

Sejalan dengan itu, fermentasi tepung menjadi solusi yang lebih efisien karena dilakukan setelah biji digiling dan dikeringkan menjadi tepung, yang memperluas permukaan sehingga mikroba lebih mudah bekerja. Penelitian Amalia, (2024) mendukung hal ini dengan menemukan bahwa penggunaan konsentrasi starter *Lactobacillus plantarum* sebesar 15% memberikan hasil optimal terhadap karakteristik tepung yang dihasilkan, termasuk peningkatan kadar asam laktat yang signifikan dan penurunan nilai pH yang menandakan fermentasi yang baik. Selain itu, parameter fisik dan kimia tepung seperti tekstur, aroma, daya larut, dan kemampuan mengikat air juga meningkat, serta penurunan kadar senyawa antinutrisi HCN membuat tepung hasil fermentasi lebih aman untuk dikonsumsi.

Proses modifikasi bahan baku secara mikrobiologi sangat cocok diterapkan dalam pembuatan cookies karena menawarkan berbagai keuntungan yang meningkatkan kualitas nutrisi dan fisik produk akhir. Dengan menggunakan metode fermentasi mikroorganisme, terutama bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus plantarum*, kandungan protein dalam bahan baku tepung lokal dapat meningkat akibat aktivitas enzim protease yang memecah protein kompleks menjadi bentuk yang lebih mudah diserap dan bergizi. Produk fermentasi juga cenderung memiliki tekstur yang lebih halus, aroma khas yang lebih baik, serta daya simpan yang lebih lama berkat pH yang turun selama fermentasi, menciptakan kondisi asam yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme pembusuk (Cicilia et al., 2021).

Selanjutnya, manfaat penggunaan tepung lokal terus mendapat perhatian, seperti diungkapkan oleh Dwi & Wulandari (2022), yang menyarankan konsentrasi 50% hingga 75% tepung lokal sebagai solusi untuk mengurangi ketergantungan pada impor tepung terigu. Penggunaan tepung lokal ini tidak hanya menciptakan produk yang sehat tetapi juga bergizi, terutama bila diaplikasikan dalam pembuatan produk camilan sehat seperti cookies.

Mendukung hal tersebut Menurut Gayati (2014), menyatakan bahwa cookies memiliki keunggulan dalam hal kemudahan proses produksi dan dapat dibuat dengan tepung bebas gluten, sehingga tepung lokal menjadi alternatif menarik bagi mereka yang sensitif terhadap gluten. Selain itu, cookies yang menggunakan kombinasi 70% koro pedang dan 30% mocaf mendapatkan nilai yang paling diterima oleh panelis dengan kandungan gizi lebih tinggi dibandingkan cookies berbasis tepung terigu. Namun, peningkatan nilai gizi ini diikuti oleh penurunan kualitas fisik, seperti peningkatan baking loss dan nilai fracture yang tinggi, sehingga pertimbangan antara kandungan gizi dan kualitas fisik harus diperhatikan

Praktik baik dalam formulasi cookies juga terlihat pada penelitian Lu & Hasanah (2024) yang menyebutkan bahwa formulasi dengan 50% tepung lokal (mocaf, garut, dan tempe koro) menghasilkan cookies gluten free casein free (GFCF) yang diterima baik oleh konsumen dan memenuhi standar mutu SNI, dengan protein dan serat yang sesuai kebutuhan gizi. Formulasi tersebut mendekati skor mutu kontrol berbasis tepung terigu serta memiliki nilai hedonik yang tinggi,

menunjukkan keberhasilan penggunaan tepung lokal dalam produk cookies fungsional.

Formulasi cookies dengan kombinasi tepung terigu, tepung koro pedang, dan tepung jagung juga menunjukkan hasil yang variatif, dimana panelis paling menyukai cookies dengan konsentrasi tepung terigu yang lebih tinggi dan tepung koro pedang dalam proporsi kecil. Sementara formulasi dengan konsentrasi tepung jagung yang tinggi mendapatkan penilaian negatif baik pada warna, tekstur, rasa, maupun aroma.(Aini Amalia Nailufar, Basito, 2012).

Penelitian Dewi et al (2021), Pembuatan cookies dilakukan dengan menggunakan campuran tepung beras merah dan tepung kacang koro pedang dalam perbandingan 0%, 15%, 25%, dan 35%.Pembuatan cookies dilakukan dengan menggunakan kombinasi tepung beras merah dan tepung kacang koro pedang dalam berbagai perbandingan, yaitu 0%, 15%, 25%, dan 35%. didapatkan hasil bahwa *Cookies* perbandingan 0% memiliki kadar karbohidrat tertinggi dibandingkan dengan 3 *Cookies* yang lain yaitu 68,12%, Perbandingan 35% memiliki kadar lemak tertinggi dibandingkan dengan 3 *Cookies* yang lain yaitu 23,49%, dan perbandingan 15% memiliki kadar protein tertinggi dibandingkan 3 *Cookies* lain yaitu 17,52%.

Hasil penelitian Imawan et al (2020) Penambahan tepung komposit (uji dan koro pedang) dalam jumlah yang lebih besar pada cookies menyebabkan peningkatan kekerasan, kadar air, kadar abu, dan serat kasar produk akhir. Namun, peningkatan jumlah tepung komposit ini juga berdampak negatif pada tingkat

kesukaan panelis, yang menilai warna, rasa, tekstur, aroma, dan keseluruhan cookies menjadi kurang disukai.

Dalam penelitian Pertiwi et al (2018), Rasa *after taste* yang terdeteksi pada cookies meliputi rasa asam, pahit, dan langu. Respon terhadap *after taste* ini cenderung menurun dengan penambahan tepung maizena jika dibandingkan dengan cookies yang menggunakan 100% tepung kacang koro pedang termodifikasi. Dalam proses pembuatan tepung kacang koro pedang, dilakukan perendaman selama 72 jam yang diduga berkontribusi pada pembentukan rasa asam dalam tepung tersebut. Sementara itu, rasa pahit pada *after taste* kemungkinan berasal dari tepung kacang koro pedang termodifikasi, yang dikenal memiliki kandungan protein tinggi. Asam amino yang menyebabkan rasa pahit meliputi lisin, arginin, prolin, fenilalanin, dan valin, di mana lisin dianggap memiliki rasa pahit yang paling kuat dibandingkan asam amino lainnya yang juga menyebabkan rasa pahit. (Kurniawati & Ayustaningwarno, 2012).

Aroma langu yang muncul pada cookies cenderung berkurang seiring dengan penambahan tepung maizena jika dibandingkan dengan cookies yang menggunakan 100% tepung kacang koro pedang termodifikasi. Aroma langu ini berasal dari tepung kacang koro pedang termodifikasi dan sulit dihilangkan selama proses pengolahan. Pada penelitian ini, proses pemanggangan dilakukan pada suhu 130°C selama 25 menit. (Pertiwi et al., 2018).

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran tersebut, diduga bahwa konsentrasi kacang koro pedang termodifikasi berkorelasi terhadap karakteristik produk *Cookies*.

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penelitian Teknologi Pangan Universitas Pasundan yang terletak di Kampus IV UNPAS, Jl. Dr. Setiabudi No. 193, Bandung, dengan durasi penelitian dimulai dari bulan Juni hingga Juli.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (2.1) Kacang Koro Pedang, (2.2) Modifikasi Tepung Metode Fermentasi, (2.3) *Cookies*, (2.4) Bahan Baku, (2.5) Proses Pengolahan, (2.6) Regresi Linear.

2.1 Kacang Koro Pedang

Kacang koro pedang adalah jenis tanaman yang berasal dari kawasan Asia dan banyak ditanam di wilayah Asia Selatan serta Asia Tenggara, terutama di negara-negara seperti India, Sri Lanka, Myanmar, dan Indonesia. Tanaman ini memiliki berbagai kegunaan, termasuk sebagai sumber makanan, pakan ternak, pupuk, senyawa bioaktif, dan dalam bidang farmasi (Bintoro et al., 2023). Koro pedang memiliki potensi besar sebagai produk pangan jika dilihat dari segi nilai gizinya dan kondisi pertumbuhannya. Dari sisi nutrisi, koro pedang mengandung berbagai unsur gizi dengan kadar yang cukup tinggi, yaitu karbohidrat sekitar 60,1%, protein sebesar 30,26%, dan serat sebanyak 8,3%.(Purwanti et al., 2019).

Meskipun penggunaannya sebagai bahan makanan memberikan manfaat yang positif bagi kesehatan, perlu diingat bahwa kacang koro pedang mengandung zat antinutrisi, yaitu asam sianida dalam bentuk sianogenik glukosida. Zat Ini bisa dihilangkan atau dikurangi melalui proses pemanasan. Oleh karena itu, penting untuk mengolah kacang koro pedang sebelum dikonsumsi (Bintoro et al., 2023).

Kacang koro pedang adalah varietas kacang koro yang tumbuh tegak dan memiliki siklus hidup antara 4 hingga 7 bulan. Tanaman ini memiliki pertumbuhan yang bersifat semi-determinate dan dapat beradaptasi dengan berbagai jenis agroklimat, mulai dari lahan kering, iklim kering, hingga daerah dengan iklim

basah. Kacang koro pedang tumbuh dengan baik hingga ketinggian 2000 mdpl, dengan suhu optimal berkisar antara 20 hingga 30°C di daerah tropis, serta 14 hingga 27°C di lahan tadah hujan. Potensi hasil dari tanaman ini dapat mencapai 4,6 ton per hektar (Bintoro et al., 2023)

Tanaman koro pedang dapat dipanen setelah berumur antara 9 hingga 12 bulan, meskipun terdapat juga varietas genjah yang siap panen dalam waktu 4 hingga 6 bulan. Batangnya memiliki permukaan berwarna hijau yang ditutupi oleh bulu halus, dengan setiap tangkai memiliki 3 hingga 4 daun (Bintoro et al., 2023).

Kacang koro pedang ini menghasilkan bunga yang tergolong Bunga yang termasuk tipe majemuk ini berkembang di ketiak daun dan memiliki panjang sekitar 7,5 hingga 20 cm. Biji yang dihasilkan berbentuk lonjong dan terdapat dalam polong yang tertekan ke samping, dengan warna gading atau putih, serta hilum berwarna coklat (Bintoro et al., 2023).

Ukuran biji ini berkisar antara 6 hingga 9 mm, yang relatif lebih besar (sekitar 8 kali) dibandingkan dengan biji kedelai. Setiap tangkai umumnya mengandung 1 polong, meskipun bisa juga berisi 1 hingga 3 polong. Panjang polong dapat mencapai 30 cm dengan lebar sekitar 3,5 cm (Bintoro et al., 2023).



(Sumber : Bintoro et al., 2023)

Gambar 1. Kacang Koro Pedang

Taksonomi Kacang Koro Pedang (Bintoro et al., 2023) :

Kingdom : Plantae
 Subkingdom : Tracheobionta
 Super Divisi : Spermatohphyta
 Divisi : Magnoliophyta
 class : Magnoliopsida
 Subkelas : Rosidae
 Order : Fabales
 Family : Fabaceae
 Genus : Canavalia
 Species : *Canavalia ensiformis* (L.)

2.2 Modifikasi Tepung

2.2.1 Jenis-Jenis Modifikasi Tepung

Modifikasi Fisik Metode ini melibatkan perlakuan mekanis atau termal tanpa mengubah struktur kimia pati secara mendasar. Contohnya adalah proses penggilingan, pengeringan, pemanasan dengan kadar air tertentu (heat-moisture treatment), dan annealing (perlakuan suhu di bawah gelatinisasi). Modifikasi fisik dianggap paling aman karena tidak meninggalkan residu bahan kimia dan dapat meningkatkan sifat seperti kestabilan panas, viskositas, daya serap air, serta mengurangi retrogradasi tepung. Misalnya, tepung singkong yang dimodifikasi secara fisik dapat menghasilkan tekstur yang lebih lembut dan warna putih cerah (Rahayu, Wahyuni, & Syukri. 2020)

Modifikasi Biologis Modifikasi biologis biasanya dilakukan melalui proses penguraian dengan bantuan mikroorganisme, contohnya bakteri asam laktat (*Lactobacillus spp.*). Fermentasi ini dapat meningkatkan sifat fungsional tepung, seperti kemampuan mengembang, struktur remah yang renggang, dan kerak yang renyah pada produk bakery. Selain itu, fermentasi juga dapat meningkatkan kandungan nutrisi dan mengurangi senyawa antinutrisi (Ashari et al., 2018)

Modifikasi Kimiawi Metode ini melibatkan perlakuan dengan bahan kimia seperti substitusi gugus fungsi, ikatan silang (cross-linking), konversi, hidrolisis asam, atau esterifikasi. Modifikasi kimia dapat meningkatkan sifat emulsifikasi, kestabilan, dan kelarutan tepung. Contohnya adalah penggunaan octenyl succinic anhydride (OSA) untuk menghasilkan pati dengan kemampuan emulsi yang baik, cocok sebagai fat replacer dalam produk rendah lemak. Namun, modifikasi kimia harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak meninggalkan residu berbahaya (Pangan, 2020). Fermentasi mikrobiologi menggunakan *Lactobacillus plantarum* meningkatkan kadar protein dan kualitas cookies. Selain itu produk fermentasi juga memiliki tekstur lebih halus, daya simpan yang lebih baik akibat kondisi asam selama fermentasi, dan memperbaiki sifat fungsional dari tepung dalam pembuatan cookies. Hal ini termasuk peningkatan kemampuan air dan pengurangan antrinutri (Cicilia et al., 2021).

2.2.2 Modifikasi Tepung Kacang Koro

Fermentasi pangan dapat diartikan sebagai suatu metode pengolahan makanan yang memanfaatkan mikroorganisme, seperti bakteri, untuk mengubah bahan mentah menjadi produk olahan yang lebih berkualitas, memiliki daya simpan

yang lebih lama, serta menghasilkan aroma yang unik. Selama proses fermentasi, mikroorganisme akan memecah substrat yang ada, yang pada gilirannya menghasilkan senyawa-senyawa seperti alkohol, karbon dioksida, dan asam organik. Proses ini tidak hanya meningkatkan nilai gizi, tetapi juga memberikan karakteristik rasa dan aroma yang khas pada produk akhir (Parhusip & Gandhi, 2023).

Proses pengubahan makanan menjadi produk fermentasi biasanya melibatkan pertumbuhan mikroorganisme, dengan tujuan utama memperpanjang masa simpan, mengawetkan, serta meningkatkan nilai gizi produk tersebut. Salah satu metode pengawetan yang efektif untuk mempertahankan kandungan alami sekaligus meningkatkan kualitas produk adalah fermentasi yang menggunakan bakteri asam laktat. (Parhusip & Gandhi, 2023). Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 berlangsung melalui beberapa tahapan khas selama 48 jam inkubasi. Pada fase lag, dari jam ke-0 hingga jam ke-3, bakteri beradaptasi dengan lingkungan baru sehingga jumlah sel belum meningkat secara signifikan. Selama fase ini, terjadi perubahan pada ukuran dan komposisi kimia sel sebagai persiapan untuk membelah diri. Kemudian, pada fase logaritmik antara jam ke-3 sampai jam ke-24, bakteri berkembang biak secara cepat dan konstan, menggandakan jumlah populasi secara berkala. Di fase ini, kebutuhan energi meningkat dan bakteri memproduksi metabolit utama seperti asam laktat, asam asetat, dan hidrogen peroksida yang berfungsi sebagai antibakteri. Penurunan pH medium mulai terlihat sekitar jam ke-6 akibat penumpukan asam laktat dan senyawa organik lainnya. Selanjutnya, pada fase stasioner antara jam ke-24 sampai ke-48, jumlah sel yang

tumbuh seimbang dengan yang mati sehingga total populasi tetap stabil. Pada fase ini, ukuran sel cenderung mengecil dan produksi metabolit menurun karena nutrisi mulai berkurang. Fase kematian mengikuti fase stasioner, ditandai dengan penurunan jumlah sel akibat kematian yang lebih banyak dibanding pembelahan, meskipun fase ini tidak dijelaskan secara rinci dalam penelitian. Kurva pertumbuhan ini penting untuk menentukan waktu terbaik dalam memproduksi senyawa metabolit antibakteri oleh *L. plantarum* ATCC 8014. (Hidayatulloh et al., 2019)

Fermentasi koro-koroan bertujuan untuk meningkatkan kualitas sensoris seperti rasa dan memperbaiki nilai nutrisi. Selain itu, penurunan pH selama fermentasi menciptakan kondisi asam yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme pengotor, termasuk bakteri yang tidak tahan terhadap lingkungan asam. Perubahan selama proses fermentasi ini dipicu oleh enzim alami yang ada dalam biji koro serta aktivitas mikroorganisme yang terkandung di dalamnya. (Granito et al., 2002).

Modifikasi tepung secara fermentasi pada pembuatan *Cookies* memberikan manfaat signifikan dalam meningkatkan kualitas produk akhir. Proses fermentasi dengan ragi tape atau mikroorganisme lain mampu mengubah komposisi kimia tepung, seperti meningkatkan kadar protein dan mengurangi tekstur keras atau berpasir yang sering ditemukan pada tepung alternatif. Fermentasi dapat meningkatkan kadar air dan abu yang berkontribusi pada kestabilan struktur *Cookies* saat dipanggang pada suhu tinggi. Perubahan ini terjadi karena aktivitas enzim dan mikroba selama fermentasi yang memecah pati dan komponen lain

sehingga menghasilkan sifat fungsional tepung yang lebih baik untuk baking. Dengan demikian, fermentasi sebagai modifikasi biologi memberikan keunggulan dalam menghasilkan *Cookies* dengan tekstur, rasa, dan kualitas yang lebih baik dibandingkan modifikasi kimia maupun fisika (Wahyuni et al., 2024)

2.2.3 Jenis-Jenis Fermentasi

Fermentasi submerged adalah proses fermentasi yang berlangsung dalam medium cair di mana mikroorganisme tumbuh dan berkembang secara terendam dalam larutan nutrien. Metode ini banyak digunakan dalam industri karena prosesnya mudah dikontrol, termasuk pengaturan pH, suhu, dan aerasi, sehingga menghasilkan produk dengan kemurnian tinggi dan waktu fermentasi yang relatif singkat. Fermentasi submerged sering diaplikasikan dalam produksi enzim, asam organik, dan berbagai metabolit mikroba lainnya (I. W. Amalia et al., 2020).

Fermentasi padat (solid state fermentation) merupakan proses fermentasi yang dilakukan pada substrat padat dengan kadar air rendah tanpa adanya fase cair yang signifikan. Mikroorganisme tumbuh pada permukaan atau di dalam pori-pori substrat padat tersebut. Metode ini meniru kondisi alami habitat beberapa mikroba, terutama jamur, sehingga sering digunakan untuk fermentasi bahan pangan tradisional seperti tempe dan oncom, serta produksi enzim dengan biaya produksi yang lebih ekonomis dan ramah lingkungan (Yohan et al., 2018)

Fermentasi semi padat adalah metode fermentasi yang berada di antara fermentasi submerged dan fermentasi padat, dengan kadar air sedang sehingga substrat tidak sepenuhnya padat maupun cair. Metode ini menggabungkan kelebihan kedua sistem fermentasi tersebut, yaitu efisiensi fermentasi yang lebih

baik dibanding fermentasi padat dan biaya yang lebih rendah dibanding fermentasi submerged. Fermentasi semi padat umumnya digunakan untuk fermentasi bahan semi padat seperti tepung atau starter mikroba (Hidayat et al., 2025).

2.2.4 Bakteri *Lactobacillus plantarum*

Lactobacillus plantarum adalah bakteri asam laktat dari famili Lactobacillaceae yang berbentuk batang, bersifat Gram positif, dan anaerob fakultatif. Bakteri ini memiliki ukuran sekitar 0,6-0,8 μm lebar dan 1,2-6,0 μm panjang. Bersifat aerotoleran, artinya dapat tumbuh dengan atau tanpa oksigen. *L. plantarum* diketahui memiliki sifat antagonis terhadap mikroba patogen seperti *Staphylococcus aureus* dan *Salmonella*, serta toleran terhadap kondisi asam dan kadar garam yang tinggi. Suhu optimum pertumbuhan berkisar antara 15°C sampai 40°C, dan pH optimum sekitar 5,3-5,6, namun bakteri ini dapat bertahan di pH hingga 9,6. Habitatnya umumnya pada lingkungan tropis dan ditemukan di saluran pencernaan beberapa jenis ikan air tawar dan udang (Wikandari, 2012).

L. plantarum memiliki aktivitas proteolitik yang berperan penting dalam fermentasi makanan, seperti pada produk fermentasi ikan bekasam. Aktivitas proteolitik ini membantu menghasilkan senyawa asam laktat yang memberikan rasa asam yang khas serta aroma dan tekstur yang diinginkan pada produk fermentasi. Dengan kemampuannya memfermentasi berbagai karbohidrat, *L. plantarum* berkontribusi pada stabilitas mikrobiologis produk serta memperpanjang masa simpan makanan dengan menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk (Wahyu, 2019).

Media MRS (de Man, Rogosa, dan Sharpe) adalah media yang khusus dikembangkan untuk pertumbuhan optimal bakteri asam laktat termasuk *L. plantarum*. MRSA (MRS Agar) adalah versi padat (agar) dari media MRS yang digunakan untuk isolasi dan penghitungan koloni karena memudahkan pengamatan bentuk dan jumlah koloni. Sementara MRSB (MRS Broth) adalah versi cair yang digunakan untuk perbanyakan kultur dalam jumlah besar. Media lain yang tidak spesifik tidak dapat menggantikan fungsi media MRS karena komposisinya yang mengandung nutrisi, sumber karbon (glukosa), dan buffer pH yang menjaga kestabilan lingkungan selama pertumbuhan *L. plantarum*. Nutrisi yang lengkap dan buffer tersebut sangat penting karena bakteri ini memerlukan kondisi yang ketat untuk mempertahankan viabilitas dan aktivitas fermentatifnya (Wahyu, 2019)

2.3 Cookies

Cookies adalah salah satu jenis biskuit yang umumnya dibuat dari adonan yang lunak dan renyah, dengan tekstur bagian dalam yang terlihat kurang padat saat dipatahkan. (SNI, 2022). Cookies diklasifikasikan sebagai makanan ringan karena bisa dimakan kapan saja. Kandungan airnya yang rendah membuat teksturnya renyah dan masa simpannya cukup panjang. (Septiaji et al., 2017).



(Sumber : Rosalima et al., 2022)

Gambar 2. *Cookies*

Bahan utama dalam pembuatan cookies meliputi tepung terigu dengan kadar protein rendah, lemak, dan gula. Tepung yang sering dipakai untuk membuat cookies adalah terigu dan tepung maizena. (Aditia, 2021). Pembuatan *Cookies* menggunakan tepung terigu jenis protein sedang antara 7,5-8% (Mulyati et al., 2016). Tepung ini memiliki kandungan gluten yang rendah, sehingga adonan tidak mengembang atau menjadi berongga. Cookies adalah produk yang tidak memerlukan pengembangan volume besar dan menggunakan jumlah lemak serta gula yang relatif tinggi (Septien, 2016).

Secara fisik, Cookies dan biskuit memiliki perbedaan utama pada tekstur, bahan, dan proses pembuatannya yang memengaruhi karakteristik akhir produk. Cookies dikenal memiliki tekstur yang lebih lembut dan kenyal di bagian tengah dengan bagian luar yang renyah, dipengaruhi oleh komposisi bahan seperti penggunaan telur dan mentega dalam jumlah yang signifikan serta proses pemanggangan sekali pada suhu tinggi. Sebaliknya, biskuit cenderung memiliki tekstur lebih keras, renyah, dan kering karena bahan dasarnya yang menggunakan lebih banyak tepung terigu dan mentega dingin, serta proses pemanggangan dua kali yang menghilangkan kadar air secara maksimum sehingga ketahanan produk lebih lama. Selain itu, cookies biasanya mengandung bahan tambahan seperti kacang atau chocolate chips yang menambah tekstur dan rasa, sementara biskuit lebih sederhana dan kering. Perbedaan kadar air dan kandungan pati juga berperan, dimana kadar air yang lebih rendah pada biskuit menyebabkan kerenyahan yang lebih tinggi dibandingkan cookies yang memiliki kadar air lebih tinggi sehingga menghasilkan tekstur lembut dan sedikit lengket (Mujahanah et al., 2024).

Cookies memiliki beberapa jenis sesuai dengan tekstur pada cookies termasuk crispy cookies. Jenis Crispy cookies diklasifikasikan berdasarkan karakteristik tekstur dan komposisi bahan yang digunakan. Crispy cookies memiliki tekstur renyah dan keras yang dihasilkan dari kandungan bahan kering yang cukup tinggi serta penggunaan lemak dalam jumlah terbatas. Bentuk adonan yang tipis dan waktu pemanggangan yang cukup lama pada suhu yang tepat juga menjadi faktor penting untuk mendapatkan tekstur crispy yang diinginkan. Selain itu, variasi bahan seperti penambahan serat dari rumput laut atau tepung alternatif juga bisa mempengaruhi kerenyahan cookies ini. Dalam beberapa penelitian, crispy cookies sering dikembangkan dengan memperhatikan kadar air, kadar lemak, serta kandungan serat untuk menghasilkan tekstur yang renyah sekaligus bernilai gizi tinggi. Rasio bahan tersebut dan teknik pengolahan menentukan tingkat kekristalan dan kerapuhan cookies yang dihasilkan sehingga jenis crispy cookies sangat beragam, mulai dari yang berbahan dasar tepung terigu biasa hingga yang kaya serat seperti tepung rumput laut (Sandrasari & Chusna, 2020). Dengan memenuhi syarat ini, cookies layak dikonsumsi, aman, dan berkualitas:

Tabel 1. Syarat Mutu Biskuit

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan ¹⁾		
1.1	Warna	-	Normal
1.2	Bau	-	Normal
1.3	Rasa	-	Normal
2	Kadar air	Fraksi massa, %	maks. 5
3	Abu tidak larut dalam asam	Fraksi massa, %	maks. 0,1 min. 4,5
4	Protein (N x 5,7)	Fraksi massa, %	min. 4,1 ²⁾ min. 2,7 ³⁾

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
5	Bilangan asam	mg KOH/g	maks. 2,0
6	Cemaran logam	mg/kg	
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,5
6.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,20
6.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40
6.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,05
7	Cemaran arsen (As)	mg/kg	maks. 0,50

Catatan

¹⁾ Untuk produk biskuit assorted, uji keadaan dilakukan untuk setiap jenis. biskuit dan untuk uji lainnya dilakukan pada contoh uji yang sudah dihomogenkan.

²⁾ Untuk produk biskuit yang dicampur dengan pengisi dalam adonan.

³⁾ Untuk produk biskuit salut, biskuit lapis/sandwich dan pai.

⁴⁾ Untuk Deoksinivalenol diuji hanya pada saat sertifikasi dan sertifikasi ulang

Sumber : (Badan standarisasi Nasional, 2022)

2.4 Bahan Baku

2.4.1 Tepung Koro Termodifikasi

Tepung koro yang telah dimodifikasi adalah produk turunan dari varietas koro yang diolah dengan prinsip fermentasi untuk mengubah karakteristiknya, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam makanan fungsional. Penggunaan tepung koro modifikasi sebagai bahan makanan fungsional disebabkan oleh sejumlah Sifat fungsional yang berasal dari kandungan protein di dalamnya merujuk pada karakteristik fisikokimia intrinsik yang memengaruhi bahan makanan dalam suatu sistem pangan. Sifat ini meliputi kemampuan menyerap air dan minyak, kemampuan membentuk dan menjaga kestabilan emulsi, kemampuan membentuk busa serta menjaga kestabilan busa, serta berbagai sifat lain yang terkait. (Kurniana, 2015).

Teknologi modifikasi dalam pengolahan dilakukan melalui fermentasi, baik secara spontan maupun terkontrol, dengan mengatur variasi pH dan lama waktu

fermentasi secara spesifik. Selama fermentasi yang melibatkan proses perendaman, biji koro mengalami hidrasi sehingga volumenya dapat meningkat hingga dua kali lipat. Proses ini juga memungkinkan mikroorganisme tumbuh dan menurunkan pH pada air rendaman. Perubahan tersebut akan memengaruhi sifat produk yang difermentasi, menghasilkan karakteristik baru yang bermanfaat. (Kurniana, 2015).

2.4.2 Tepung Terigu

Tepung terigu berasal dari gandum yang mengandung protein gliadin dan glutenin. Protein ini berfungsi untuk mengikat atau menyerap air, menahan gas CO₂, serta membentuk gluten yang terbentuk melalui proses fermentasi. Selain itu, pati yang terdapat dalam tepung terigu juga menyerap air dan berkontribusi dalam pembentukan adonan bersama gluten. Saat dipanggang, adonan tersebut akan mengalami perubahan menjadi gel (gelatin) (Chan, 2008).



(Sumber : Yuwono & Waziroh, 2019)

Gambar 3. Tepung Terigu

Terdapat tiga jenis tepung terigu yang umum dikenal. Pertama, tepung terigu dengan kadar protein tinggi, yang mengandung protein sekitar 11-13%. Tepung ini biasanya digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan roti, mie,

pasta, dan donat. Ciri khas tepung ini meliputi kemampuan pencampuran yang baik, daya serap air yang tinggi, serta elastisitas yang baik. Selain itu, tepung ini mudah digiling, sehingga menjadi pilihan yang ideal untuk berbagai produk makanan yang membutuhkan tekstur tertentu. (Koswara, 2007).

Jenis kedua adalah tepung terigu dengan kadar protein sedang, yang sering disebut sebagai all-purpose flour atau tepung serbaguna. Tepung ini memiliki kandungan protein sekitar 8-10%, menjadikannya pilihan yang fleksibel untuk berbagai keperluan memasak. Terbuat dari kombinasi antara hard wheat dan soft wheat, tepung ini sangat ideal untuk membuat adonan fermentasi dengan tingkat pengembangan yang moderat. Beberapa produk yang dapat dihasilkan dengan tepung ini meliputi donat, bakpau, dan berbagai jenis kue. Karakteristiknya yang seimbang memungkinkan adonan untuk memiliki tekstur yang baik dan rasa yang lezat (Koswara, 2007)

Tepung terigu yang berasal dari jenis soft wheat, atau pastry flour, memiliki kadar protein yang cukup rendah, sekitar 6-8%. Tepung ini mengandung gluten, namun dengan daya serap yang lebih rendah dibandingkan tepung terigu lain. Akibatnya, adonan yang dibuat cenderung sulit diuleni, kurang elastis, lengket, dan memiliki kemampuan mengembang yang terbatas. Tepung ini sangat cocok untuk pembuatan kue kering, biskuit, dan berbagai jenis kue yang tidak memerlukan fermentasi. Karakteristik khususnya membuatnya menjadi pilihan tepat untuk menghasilkan tekstur renyah dan ringan pada produk kue. (Koswara, 2007).

Tabel 2. Syarat Mutu Tepung Terigu

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bentuk	-	Serbuk
1.2	Warna	-	Putih, khas terigu
1.3	Bau	-	Normal (bebas dari bau asing)
2	Benda asing :		
2.1	Kulit tanaman lain, tanah, batu-batuan, pasir dan lain-lain	-	Tidak ada
2.2	Seranga dalam semua bentuk stadia dan potongan-potongan yang nampak	-	Tidak ada
3	Kehalusan, lolos ayakan 212 pm (mesh No. 70)	Fraksi massa, %	Min95
4	Air	Fraksi massa, %	Maks. 14,5
5	Abu	Fraksi massa, %	Maks. 0,70
6	Protein	Fraksi massa, %	Min. 7,0
7	Keasaman	mg KOH/100 g	Maks. 50
8	<i>Falling number</i> (atas dasar kadar air 14%)	detik	Min. 300
9	Fortikan :		
9.1	Besi (Fe)	mg/kg	Min. 50
9.2	Seng (Zn)	mg/kg	Min. 30
9.3	Vitamin B1 (tiamin)	mg/kg	Min. 2,5
9.4	Vitamin B2 (riboflavin)	mg/kg	Min. 4
9.5	Asam folat	mg/kg	Min. 2
10	Cemaran logam		
10.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks.1,0
10.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,1
10.3	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
10.4	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40
11	Cemaram Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
12	Deoksinivalenol *)	µg/kg	Maks. 1.000
13	Okratoksin A *)	µg/kg	Maks. 5

Catatan : *) untuk Deoksinivalenol dan Okratoksin A diuji hanya pada saat sertifikasi dan sertifikasi ulang

2.4.3 Margarin

Margarin adalah produk makanan yang memiliki konsistensi setengah padat, dengan sifat fisik dan kimia yang sangat dipengaruhi oleh komponen yang menyusunnya. Sebagai suatu sistem emulsi, margarin terdiri dari sekitar 20% air yang terdispersi dalam 80% minyak. Sumber lemak yang digunakan dalam pembuatan margarin dapat berasal dari lemak hewani maupun nabati. Salah satu sumber lemak nabati yang umum digunakan sebagai bahan baku adalah stearin dari kelapa sawit, yang mengandung sekitar 57% asam palmitat. Karakteristik ini memberikan margarin kemampuan untuk memberikan tekstur yang lembut (Herastuti, 2017).



(Sumber : Soeparno, 2021)

Gambar 4. Margarin

Margarin yang digunakan dalam pembuatan adonan berfungsi untuk melunakkan campuran tersebut, sehingga menghasilkan tekstur remah pada *Cookies* yang renyah. Hal ini disebabkan oleh kemampuan margarin untuk melapisi protein dan pati dalam adonan. Selain itu, margarin juga memberikan aroma yang menggugah selera (Herastuti, 2017). Penggunaan margarin berpengaruh pada pengerutan dan kelembutan produk yang dipanggang, serta berperan sebagai

pelumas yang mencegah kelebihan protein selama proses pembuatan adonan *Cookies*. (Rosida et al., 2020).

Tabel 3. Syarat Mutu Margarin

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Warna	-	Normal
1.3	Rasa	-	Normal
2	Kadar air (b/b)	%	Maks. 18
3	Kadar lemak (b/b)	%	Min. 80
4	Vitamin A	IU/100g	2500-3500
5	Vitamin D	IU/100g	250-350
6	Cemaran logam		
6.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,1
6.2	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
6.3	Timah (Sn)	mg/kg	Min. 40/250
7	Cemaran mikroba		
7.1	Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. 1×10^5
7.2	<i>Coliform</i>	APM/g	Maks. 10
7.3	<i>Escherichia coli</i>	APM/g	< 3
7.4	<i>Salmonella sp.</i>	-	Negatif/25 g
7.5	<i>Staphylococcus aureus</i>	Koloni/g	Maks. 1×10^2

Sumber : (Badan standarisasi Nasional, 2014)

2.4.4 Telur

Proses pembuatan adonan kue kering tidak akan sempurna tanpa penambahan telur. Telur memiliki peran penting dalam mengikat berbagai bahan baku lainnya, seperti tepung terigu dan gula. Selain itu, telur juga berkontribusi pada pengembangan kue kering yang dipanggang, karena kandungan udara di dalamnya terperangkap selama proses pemanggangan. Dengan proporsi telur yang tepat, nilai gizi yang terkandung dalam kue kering pun dapat dioptimalkan, menjadikannya tidak hanya lezat tetapi juga lebih bergizi. Penggunaan telur yang

tepat dalam adonan akan memberikan tekstur yang lebih baik dan meningkatkan cita rasa keseluruhan dari kue kering tersebut (Koswara, 2007).



(Sumber : Ora, 2015)

Gambar 5. Telur

Umumnya, dalam pembuatan adonan kue kering, telur akan dipisahkan menjadi bagian kuning dan putihnya. Putih telur berperan sebagai pengikat yang efektif untuk bahan-bahan lainnya, sehingga memberikan tekstur yang lebih keras dan renyah pada kue. Di sisi lain, kuning telur berfungsi untuk memberikan kelembutan, sehingga kue tidak menjadi terlalu keras. Kombinasi kedua bagian telur ini sangat penting untuk mencapai keseimbangan yang ideal antara kekenyalan dan kerapuhan (Koswara, 2007)

Tabel 4. Syarat Mutu Telur

No	Kriteria Mutu	Tingkat Mutu		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Kondisi Kerabang			
	a. Bentuk	Normal	Normal	Abnormal
	b. Kehalusan	Halus	Halus	Sedikit kasar
	c. Ketebalan	Tebal	Sedang	Tipis
	d. Keutuhan	Utuh	Utuh	Utuh
	e. Kebersihan	Bersih	Sedikit noda kotor	Banyak noda dan sedikit kotor
2	Kondisi kantung udara (dilihat dengan peneropongan)			

No.	Kriterian Mutu	<u>Tingkatan Mutu</u>		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
	a. kedalaman kantong udara	< 0,5 cm	0,5 cm -0,9 cm	> 0,9 cm
	b.Kebebasan bergerak	tetap ditempat	Bebas bergerak	Bebas bergerak terbentuk gelembung udara
3.	Kondisi Putih Telur			
	a. Kebersihan	Bebas bercak darah, atau benda asing lainnya	Bebas bercak darah, atau benda asing lainnya	ada sedikit bercak darah, tidak ada benda asing lainnya
	b. Kekentalan	Kental	Sedikit encer	Encer, kuning telur belum tercampur dengan putih telur
	c. Indeks	0,314-0,175	0,092-0,133	0,050-0,091
4.	Kondisi kuning telur			
	a. Bentuk	Bulat	Agak pipih	pipih
	b. Posisi	Di tengah	Sedikit bergeser dari tengah	Kepinggir
	c. Penampakan batas	tidak jelas	Agak jelas	jelas
	d. Kebersihan	Bersih	Bersih	ada sedikit bercak darah, tidak ada benda asing lainnya
	e.indeks	0,48-0,521	0,394-0,457	0,330-0,393
5.	bau	Khas	Khas	Khas

Sumber : (Badan standarisasi Nasional, 2008)

2.4.5 Gula

Selain berfungsi sebagai pemanis, gula juga memiliki kemampuan sebagai bahan pengawet alami. Sifat higroskopis gula, yang memungkinkan gula menyerap kelembapan, berperan penting dalam membunuh mikroorganisme pembusuk seperti kapang dan ragi, sehingga kue dapat bertahan lebih lama. Dengan proporsi gula yang tepat, kue kering dapat disimpan dalam toples kedap udara selama tiga hingga enam bulan tanpa kehilangan kualitasnya. Untuk pembuatan kue kering,

jenis gula yang umum digunakan adalah gula halus dan gula palem. Gula halus merupakan pilihan terbaik untuk menciptakan kue kering yang rapuh dan renyah. Selain itu, karena mudah tercampur dengan bahan lainnya, penggunaan gula halus dapat menghasilkan tekstur kue yang halus dengan pori-pori kecil, memberikan pengalaman makan yang lebih menyenangkan (Koswara, 2007).



(Sumber : Rahmi & Kusuma, 2020)

Gambar 6. Gula

Tabel 5. Syarat Mutu Gula

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
			GKP 1	GKP 2
1	Warna			
1.1	Warna kristal	CT	4,0-7,5	7,6-10,0
1.2	Warna larutan (ICUMSA)	IU	81-200	201-300
2	Besar jenis butir	mm	0,8-1,2	0,8-1,2
3	Susut pengeringan (b/b)	%	maks. 0,1	maks. 0,1
4	Polarisasi ($^{\circ}$ z, 20°C)	"Z"	min 99,6	maks. 99,5
5	Abu Konduktiviti (b/b)	%	maks. 0,10	maks. 0,15
6	Bahan Tambahan Pangan			
6.1	Belereang dioksida	mg/kg	maks. 30	maks. 30
7	Cemaran logam			
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 2	maks. 2
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 2	maks. 2
7.3	Arsen (As)	mg/kg	maks. 1	maks. 1

Sumber : (Badan standarisasi Nasional, 2010)

2.4.6 Gula Palem

Gula palem, yang sering disebut gula semut karena proses pengkristalannya, memiliki warna coklat yang khas. Warna ini terbentuk dari pemanasan nira melalui reaksi Maillard selama karamelisasi. Selain warna coklat yang unik, gula palem memiliki rasa manis yang khas karena bahan dasarnya adalah nira yang kaya sukrosa, diikuti oleh glukosa, fruktosa, inositol, dan sedikit gula rafinosa. Kadar kemanisan gula palem berbeda dengan gula pasir, di mana gula palem memiliki indeks glikemik sekitar 38, sedangkan gula pasir sekitar 68, sehingga rasa manis gula palem lebih ringan dibanding gula pasir. (Pujiwanti et al., 2024).



(Sumber : Rahmi & Kusuma, 2020)

Gambar 7. Gula Palem

Tabel 6. Syarat Mutu Gula Palem

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
			Cetak	Butiran/granula
1	Keadaan			
1.1	Bentuk		Normal	Normal
1.2	Rasa dan Aroma		Norma, khas	Norma, khas
1.3	Warna		Kuning kecoklatakn sampai coklat	Kuning kecoklatakn sampai coklat

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	
			Cetak	Butiran/granula
2	Bagian yang tak larut dalam air	% b/b	maks. 1,0	maks. 0,2
3	Air	% b/b	maks. 10,0	maks. 3,0
4	Abu	% b/b	maks. 20	maks. 2,0
5	Gula pereduksi	% b/b	maks. 10,0	min. 6,0
6	Jumlah gula sebagai sakarosa	% b/b	maks. 77	min. 90,0
7	Cemaran logam			
7.1	Seng (Zn)	mg/kg	maks. 40,0	maks. 40,0
7.2	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 2,0	maks. 2,0
7.3	Tembaga (Cu)	mg/kg	maks. 10,0	maks. 10,0
7.4	Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,003	maks. 0,003
7.5	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40,0	maks. 40,0
8	Arsen	mg/kg	maks. 1,0	maks. 1,0

Sumber : (Badan standarisasi Nasional, 2021)

2.4.7 Garam

Garam merupakan salah satu bahan yang sangat penting dan sering digunakan oleh manusia, baik dalam industri maupun untuk konsumsi sehari-hari. Proses pembuatan garam dapat dilakukan melalui penguapan air laut dengan memanfaatkan sinar matahari. Garam yang memiliki kandungan NaCl lebih dari 95% umumnya dihasilkan melalui proses penambahan bahan tertentu, dengan komposisi yang bervariasi tergantung pada lokasi penambangan. Di sisi lain, garam yang diperoleh dari penguapan air laut, seperti yang dilakukan oleh para petani garam, biasanya memiliki kadar NaCl yang lebih rendah. Proses ini tidak hanya menghasilkan garam, tetapi juga dapat mempengaruhi kualitas dan karakteristik garam yang dihasilkan (Gusti Ayu Dewi Lestari et al., 2024).



(Sumber : Rahmi & Kusuma, 2020)

Gambar 8. Garam

Tabel 7. Syarat Mutu Garam

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1	Kadar air	fraksi massa, %	maks. 77
2	Kadar NaCl	fraksi massa, %	min. 94
3	Bagian yang tak larut	fraksi massa, %	maks. 0,5
4	Kadar Iodium sebagai KIO ₃	mg/kg	min. 30
5	Cemaran logam		maks. 1,0
5.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,5
5.2	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 10,0
5.3	Raksa (Hg)	mg/kg	maks. 0,1
5.4	Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,1

Sumber : (Badan standarisasi Nasional, 2016)

2.4.8 Bahan Pengembang

Soda pengembang, yang juga dikenal sebagai baking soda atau baking powder, biasanya digunakan untuk membantu mengembangkan kue selama proses pengocokan adonan. Zat ini berfungsi untuk membuat kue terlihat lebih mengembang dan besar saat dipanggang (Koswara, 2007). Soda kue adalah bubuk Kristal putih (NaHCO_3) lebih dikenal dengan natrium bikarbonat, bikarbonat soda, atau natrium karbonat asam. Sifat soda kue yaitu larut dalam air, bersifat basa, serta mengurangi kadar air (Hidayati et al., 2020).

Baking powder adalah campuran bahan pengembang organik yang ditambahkan ke adonan untuk menghasilkan gas CO₂, yang berperan penting dalam pembentukan kue. Baking powder mampu melepaskan gas hingga mencapai kejenuhan CO₂, kemudian melepaskan gas tersebut saat proses pemanggangan, sehingga adonan mengembang dengan baik. Selain itu, baking powder juga berperan dalam menyamakan tekstur remah kue dan mencegah penyusutan yang tidak diinginkan (Marsigit et al., 2017).



(Sumber : Vaclavik & Christian, 2008)

Gambar 9. Bahan Pengembang

Tabel 8. Syarat Mutu Bahan Pengembang

No	Uraian	Satuan	Persyaratan
1	Kadar natrium bikarbonat	%	min. 99
2	Karbonat (sebagai Na ₂ CO ₃)	%	maks. 1
3	Bahan yang tidak larut dalam air	%	maks. 0,1
4	Kadar kalsium	%	maks. 0,02
5	Kadar magnesium	%	maks. 0,02

Sumber : (Badan standarisasi Nasional, 1991)

Dalam reaksinya Baking soda adalah bahan alkali yang hanya aktif jika bereaksi dengan bahan asam dalam adonan (misalnya asam dari cokelat, krim tartar, yogurt, atau lemon). Saat baking soda bereaksi dengan asam, ia segera

menghasilkan gas karbon dioksida (CO₂), yang menciptakan gelembung gas dalam adonan. Gas ini menyebabkan adonan mengembang ke atas dengan cepat selama pemanggangan karena pelepasan CO₂ yang terjadi pada suhu tinggi. Reaksi yang cepat dan menghasilkan banyak gas ini menyebabkan cookies mengembang ke atas dan menghasilkan tekstur pori-pori yang lebih kasar dan terbuka (Kiftiyah, 2018).

Sebaliknya, baking powder mengandung natrium bikarbonat yang sudah dicampur dengan zat asam kering (cream of tartar atau sodium asam pirofosfat) sehingga dapat bereaksi tanpa tambahan bahan asam lain. Baking powder biasanya bersifat double acting, artinya reaksi pertama terjadi saat adonan dicampur (pada suhu kamar) dan reaksi kedua terjadi saat dipanaskan dalam oven. Pelepasan gas CO₂ berlangsung lebih lambat dan bertahap, sehingga menghasilkan pengembangan yang lebih lambat dan merata. Gas yang dilepaskan tidak langsung naik ke atas, tetapi lebih menyebar ke samping, sehingga cookies yang menggunakan baking powder cenderung melebar dan mengembang ke samping dengan permukaan yang lebih halus (S. Damayanti et al., 2020)

2.4.9 Vanili

Vanili adalah salah satu jenis rempah yang berasal dari Meksiko dan Amerika Tengah. Tanaman ini memiliki berbagai manfaat yang signifikan, di antaranya buah vanili digunakan secara luas dalam industri minuman, makanan, farmasi, dan kosmetik. Hal ini disebabkan oleh kandungan vanillin (C₈H₈O₃) yang memberikan aroma khas serta berfungsi sebagai bahan penguat rasa. Saat ini, vanili telah berkembang dan dibudidayakan di berbagai daerah tropis, termasuk Indonesia. Vanili yang dihasilkan di Indonesia memiliki karakteristik yang berbeda

dibandingkan dengan vanili dari negara lain, karena kadar vanillin yang terkandung di dalamnya mencapai 2,75%. Oleh karena itu, vanili Indonesia sering disebut sebagai Java Vanilla Beans, yang dikenal memiliki kualitas tinggi dan aroma yang sangat menggugah selera. (Rosman, 2005).



(Sumber : Rahmi & Kusuma, 2020)

Gambar 10. Vanili

Tabel 9. Syarat Umum Vanili

Karakteristik	Syarat Mutu	Cara Pengujian
Bau	Warna khas vanili	Organoleptik
Warna	Hitam mengkilat, hitam kecoklatan mengkilat sampai coklat	Visual
Polong	Penuh berisi, berminyak, lentur samoai agak kaku dan kurang kaku	Organoleptik
Benda Asing	Bebas	Visual
Kapang	Bebas	Visual

Sumber : (Badan standarisasi Nasional, 1990)

2.5 Proses Pengolahan

2.5.1 Pencampuran

Pencampuran merupakan tahap untuk menyatukan seluruh bahan dengan tujuan mendapatkan karakteristik produk yang diinginkan serta mencapai campuran yang merata atau homogen. Pada proses pembuatan kue, pencampuran adonan

menjadi hal penting karena sifat elastis yang dihasilkan dari gluten yang mengikat air terbentuk selama proses ini. Alat yang biasa digunakan dalam pencampuran adalah mixer, yang berperan sebagai alat pencampur dalam sistem emulsi untuk menghasilkan dispersan yang seragam. (Mudjajanto & Yulianti, 2004).

2.5.2 Pencetakan

Pencetakan merupakan tahap untuk menghasilkan Cookies dengan bentuk yang seragam sekaligus meningkatkan penampilan visualnya. Proses ini dilakukan di atas loyang yang telah diolesi margarin, dengan memberikan jarak antar adonan agar Cookies tidak saling menempel saat mengembang. Cetakan yang dipakai biasanya terbuat dari aluminium atau berupa cetakan khusus yang dirancang untuk membentuk Cookies menjadi bulat. (Mudjajanto & Yulianti, 2004).

2.5.3 Pemanggangan

Proses pemanggangan adalah salah satu langkah penting dalam pembuatan produk makanan. Tingkat kematangan dari produk yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh cara pemanggangan yang dilakukan. Selain itu, kandungan gizi dalam produk juga dapat terpengaruh oleh proses ini. Pemanggangan memanfaatkan panas atau suhu tertentu. Suhu yang diterapkan selama pemanggangan akan memengaruhi adonan yang dihasilkan (Sulaiman & Noviasari, 2023).

Pengaturan suhu dapat disesuaikan dengan karakteristik produk yang diinginkan. Jika suhu yang digunakan terlalu tinggi, hal ini dapat mempercepat penguapan air dari produk. Proses browning non-enzimatis terjadi selama pemanggangan, yang disebabkan oleh reaksi antara gugus amino dalam protein.

Suhu yang tinggi juga dapat menyebabkan karamelisasi. Secara umum, suhu yang digunakan untuk memanggang *Cookies* berkisar antara 150-180°C (Sulaiman & Noviasari, 2023).

2.6 Regresi Linear

Analisis regresi adalah metode statistik yang digunakan untuk mempelajari hubungan fungsional antara satu variabel dependen dan satu atau lebih variabel independen. Tujuannya adalah untuk memperkirakan nilai variabel dependen berdasarkan nilai variabel independen.. Metode regresi dapat membantu dalam mengidentifikasi pengaruh dan kontribusi relatif dari masing-masing variabel independen terhadap variabel dependen. Hasil dari analisis regresi biasanya disajikan dalam bentuk persamaan regresi yang menggambarkan hubungan matematis antara variabel-variabel tersebut (Fitri et al., 2023).

Analisis regresi adalah metode statistik parametrik yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Sebelum melakukan analisis regresi, peneliti perlu menguji beberapa asumsi terkait untuk memastikan hasil analisis yang valid.

2.6.1 Asumsi-asumsi yang diuji meliputi (Fitri et al., 2023) :

1. Normalitas distribusi data : data mengikuti distribusi normal
2. Linieritas : Jika menggunakan regresi linear, hubungan antara variabel harus bersifat linear.
3. Ketidak-heteroskedastisitas-an : varians residual antar data harus seragam
4. Tidak ada multikolinearitas : korelasi tinggi antara variabel independen

5. Tidak ada autokorelasi : korelasi antara kesalahan pada periode t dengan kesalahan periode sebelumnya harus minim.

Pengujian asumsi ini sangat penting karena jika salah satu asumsi tidak terpenuhi, hasil regresi bisa menjadi tidak valid. Peneliti harus memahami dampak dari asumsi yang tidak dipenuhi dan mungkin perlu melakukan tindakan perbaikan sebelum melanjutkan analisis. Berbagai uji statistik dan metode lain digunakan untuk memeriksa asumsi tersebut, seperti uji normalitas, diagram sebar, VIF untuk mendeteksi multikolinearitas, serta uji Durbin-Watson untuk autokorelasi. Kualitas dan keabsahan hasil analisis regresi sangat tergantung pada pemenuhan asumsi-asumsi tersebut. (Fitri et al., 2023)

2.6.2 Analisis Regresi Linear Sederhana

Analisis regresi linier sederhana, atau simple linear regression, adalah metode statistik yang digunakan untuk menilai seberapa besar pengaruh satu variabel independen (prediktor atau X) terhadap satu variabel dependen (Y). Teknik ini membantu peneliti memahami hubungan antara kedua variabel tersebut. cara yang jelas dan terukur. Rumus umum regresi linear sederhana adalah (Fitri et al., 2023) :

$$Y = a + bX$$

Keterangan

Y = Variabel Terikat (*Dependent Variable*)

a = Konstanta (titik potong Y)

b = Koefisien dari variabel X

X = Variabel Bebas (*Independent Variable*)

2.6.3 Analisis Regresi Linear Berganda

Analisis regresi linier berganda, atau multiple linear regression, adalah metode statistik yang digunakan untuk mengukur pengaruh dua atau lebih variabel independen (X_1 , X_2 , dan seterusnya) terhadap satu variabel dependen (Y). Metode ini memungkinkan peneliti memahami hubungan kompleks antara beberapa faktor yang memengaruhi hasil yang diukur. Dengan analisis ini, kontribusi masing-masing variabel independen dalam menjelaskan variasi pada variabel dependen dapat diidentifikasi. Rumus umum regresi linier berganda adalah (Fitri et al., 2023) :

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_nX_n$$

Keterangan :

- Y = Variabel Terikat (*Dependent Variable*)
- a = Konstanta (titik potong Y)
- b = Koefisien dari variabel $X(n)$
- X = Variabel Bebas (*Independent Variable*)

2.6.3 Koefisien Korelasi

Menunjukkan hubungan fungsional antara variabel dependen (Y) dan variabel independen (X) saja tidak cukup untuk memastikan bahwa persamaan regresi dapat digunakan untuk memperkirakan nilai variabel dependen. Oleh karena itu, diperlukan serangkaian pengujian statistik terhadap persamaan regresi yang dihasilkan, yang mencakup beberapa aspek penting. (Nuryadi et al., 2017) :

1. Pengujian koefisien regresi
2. Penentuan kekuatan hubungan antara variabel dependen dan variabel independen.

Koefisien korelasi adalah akar dari rasio antara jumlah kuadrat antara variasi yang dapat dijelaskan dan jumlah kuadrat variasi total. atau secara sistematis dapat ditulis sebagai berikut (Nuryadi et al., 2017)

$$r = \frac{\sqrt{\sum(Y_c - \hat{Y})^2}}{\sqrt{\sum(Y - \hat{Y})^2}}$$

Keterangan :

Y_c = taksiran (nilai Y yang ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi yang diperoleh

$\hat{Y}$ = Y rata-rata

Y = Nilai Y actual

Formula alternative yang dapat digunakan untuk menghitung koefisien korelasi adalah :

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Tabel 10. Koefisien Korelasi

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,00 - 0,199	Sangat rendah
0,20 - 0,399	Rendah
0,40 - 0,599	Sedang
0,60 - 0,799	Kuat
0,80 - 1,000	Sangat kuat

Sumber : (Anwar, 2009)

Semakin mendekati angka 1 nilai koefisien korelasi antara dua variabel, maka semakin kuat hubungan antara kedua variabel tersebut. Sebaliknya, semakin mendekati angka 0 koefisien korelasi antara dua variabel, maka hubungan di antara keduanya semakin lemah.(Nuryadi et al., 2017).

III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (3.1) Bahan dan Alat Penelitian, (3.2) Metode Penelitian, (3.3) Prosedur Penelitian, (3.4) Diagram Alir Penelitian, dan (3.5) Jadwal Penelitian.

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan-bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan starter kultur adalah kultur bakteri *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014, *Mann Rigorse Sharp agar* (MRSA-Merck), *Mann Rigorose Sharp Broth* (MRSA-Merck), dan larutan fisiologis NaCl 0,85%. Bahan yang digunakan dalam Pembuatan modifikasi tepung Kacang Koro Pedang, yaitu Kacang Koro Pedang, air, air steril, dan starter *Lactobacillus plantarum*.

Bahan yang diperlukan dalam Pembuatan *Cookies*, yaitu tepung terigu (Segitiga Biru), tepung kacang koro, margarin (Blue Band), gula (Gulaku), *palm sugar* (Palmsuiker), telur, vanili (Koepoe-Koepoe), garam (Refina), *baking powder* (Koepoe-Koepoe), *Baking paper*. Bahan yang digunakan dalam untuk Pengujian kimia produk *Cookies*, yaitu kertas saring Garam Kjedahl, Batu didih, H₂SO₄ Pekat, Aquadest, NaOH 30%, HCL 0,1 N, Indokator phenolphthalein, NaOH 0,1 N, Hexana, Kertas Saring, NaOH 2,5%, NH₄OH 6N, KI 5%, AgNO₃ 0,02 N, HCL pekat, *Luff Schoorl*, Batu didih, Amilum, H₂SO₄ 6N, Na₂S₂O₃ 0,1 N.

3.1.2 Alat-alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan peremajaan dan starter kultur adalah *laminar air flow*, magnetic stirrer, *centrifuge*, autoclave, inkubator, jarum oase, tabung centrifuge, gelas kimia, gelas ukur, Erlenmeyer, tabung reaksi, rak tabung

reaksi, spatula, batang pengaduk, cawan petri, pipet tetes, ball filler, Bunsen, dan kompor. Alat yang digunakan dalam pembuatan modifikasi tepung kacang koro pedang yaitu bak plastik, Loyang, spatula, blender, plastik *backing*, cabinet dryer, mesin penepung miller, dan ayakan mesh 80, jar, dan bunsen.

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan *Cookies*, yaitu loyang, mixer, bak plastik, spatula, dan oven. Alat yang digunakan dalam analisis kimia, yaitu *waterbath*, oven, desikator, cawan porselen, neraca analitik, ekstraktor soxhlet, tanur, erlenmeyer 250 ml, labu takar 100 ml, pipet tetes, pipet ukur 25 ml, pipet seukuran 10 ml, botol semprot, gelas ukur 100 ml, *ball filler*, bunsen, kondensor, labu penyuling, labu kjedahl, labu takar, labu lemak, labu ukur, pipet tetes, spektrofotometer UV-Vis, destilator, penotrometer

3.2 Metodologi Penelitian

Penelitian dibagi menjadi 2 tahapan meliputi penelitian tahap satu dan penelitian tahap dua.

3.2.1 Penelitian Tahap Satu

3.2.1.1 Tujuan Penelitian Tahap Satu

Penelitian tahap satu ini dimaksudkan untuk mempersiapkan bahan baku yang akan digunakan pada penelitian tahap dua yaitu mempersiapkan tepung kacang koro pedang termodifikasi.

3.2.1.2 Pelaksanaan Penelitian Tahap Satu

Pelaksanaan tahap satu mempersiapkan bahan yaitu kacang koro pedang dan kultur bakteri. Kultur bakteri dikultivasi, membuat suspensi *Lactobacillus plantarum*, Kacang koro pedang yang akan melalui proses pengolahan menjadi

tepung kacang koro pedang dan akan difermentasi dengan penambahan suspensi *Lactobacillus plantarum* konsentrasi 15% selama 24 jam pada suhu 37°C. Sehingga akan menghasilkan tepung kacang koro pedang termodifikasi.

3.2.1.3 Pengujian Penelitian Tahap Satu

Pengujian pada tahap satu terdiri dari pengujian sebelum dan setelah tepung dilakukan modifikasi yaitu yang terdiri dari Uji Total plate count, uji McFarland, kadar karbohidrat, kadar lemak, kadar protein, kadar HCN, kadar abu, dan kadar air untuk mengindikasikan bahwa tepung telah mengalami proses fermentasi.

3.2.2 Penelitian Tahap Dua

3.2.2.1 Tujuan Penelitian Tahap Dua

Penelitian tahap kedua bertujuan untuk mengetahui karakteristik kimia, fisik, dan organoleptik produk cookies dengan penambahan variasi konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi

3.2.2.2 Pelaksanaan Penelitian Tahap Dua

Pelaksanaan penelitian tahap dua terdiri dari satu faktor, yaitu konsentrasi tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (X) sebagai variabel independent pada produk *Cookies* dimana faktor terdiri dari 6 taraf, yaitu

$$x_1 = 0\%$$

$$x_2 = 10\%$$

$$x_3 = 20\%$$

$$x_4 = 30\%$$

$$x_5 = 40\%$$

$$x_6 = 50\%$$

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode regresi linear sebanyak dua kali ulangan. Adapun variabel bebas yang digunakan adalah konsentrasi tepung Kacang Koro Pedang termodifikasi (X) sebanyak enam taraf. Model linear untuk percobaan ini adalah (Fitri et al., 2023) :

$$Y = a + bX$$

Tabel ini menyajikan data dan informasi yang relevan untuk menganalisis bagaimana perubahan pada variabel X dapat mempengaruhi respon Y:

Tabel 11. Hubungan Variabel X dan Y

No	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (X)	Karakteristik (Y)
1	0%	
2	10%	
3	20%	
4	30%	
5	40%	
6	50%	

Rancangan analisis respon kimia dan fisik yang dilakukan yaitu menghitung koefisien-koefisien nilai a dan b, Terdapat persamaan untuk menentukan nilai a dan b, yaitu (Nuryadi et al., 2017) :

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Tabel 12. Data perhitungan koefisien a dan b

Perlakuan	Konsentrasi Tepung Kacang koro Pedang Termodifikasi (X)	Karakteristik (Y)	XY	X ²	Y ²
1	0%				
2	10%				
3	20%				
4	30%				
5	40%				
6	50%				

3.2.2.3 Pengujian Penelitian Tahap Dua

Pengujian yang diujikan pada *Cookies* yaitu terdiri dari respon kimia, fisik, dan organoleptik. Respon kimia yang dilakukan pada produk *Cookies* yaitu kadar air dan kadar abu menggunakan metode gravimetri, kadar HCN menggunakan metode titrasi argentometri, kadar lemak menggunakan metode soxhlet, kadar protein menggunakan metode kjedahl, dan kadar karbohidrat menggunakan metode *luff schoorl* (Horwitz, 2005). Respon fisik yaitu tekstur pada *Cookies* meliputi kekerasan dan uji fisik ini dilakukan dengan menggunakan Tekstur Analyzer.

Respon organoleptik yaitu pengujian organoleptik yang digunakan untuk menguji mutu suatu bahan atau produk menggunakan panca indera manusia berdasarkan kesukaan. Mengetahui kesukaan konsumen dilakukan uji hedonik dimana panelis diminta untuk memberikan tanggapan pribadi tentang kesukaan atau ketidaksukaan dan mengungkapkan tingkat kesukaan pada produk *Cookies* dengan atribut yang diujikan, yaitu warna, rasa, aroma, tekstur, dan *after taste*. Panelis yang digunakan pada uji ini panelis tidak terlatih yang terdiri dari 30 orang (Garnida, 2020)

Analisis data untuk respon kimia dan fisik digunakan metode regresi linear untuk memahami hubungan antara variabel independent dan dependent, akan dilakukan perhitungan korelasi antara variabel tersebut terhadap respon yang diukur. Perhitungan ini akan menggunakan rumus koefisien korelasi (Nuryadi et al., 2017) :

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}}$$

Besarnya koefisien korelasi (r) antara dua buah variabel adalah nol sampai dengan ± 1 . Apabila dua buah variabel mempunyai nilai $r = 0$, berarti antara variabel tersebut tidak ada hubungan. Sedangkan apabila dua buah variabel mempunyai $r = \pm 1$, maka dua buah variabel tersebut mempunyai hubungan yang sempurna. Tanda minus (-) pada nilai r menunjukkan hubungan yang berlawanan arah, dan sebaliknya tanda plus (+) pada nilai r menunjukkan hubungan searah (Nuryadi et al., 2017)

Analisis data yang digunakan untuk mengolah hasil pengujian Organoleptik digunakan tabel Analisis Variasi (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh variabel independent pada variabel dependent yang dapat memengaruhi penilaian sensoris.

Tabel 13. Analisis Variasi (ANOVA)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (RJK)	F Hitung	F Tabel
Perlakuan	(tr)-1	JKP	JKP/DbP	-	
Galat	Dbt - DbP	JKG	JKG/DbG	KTP/RJKG	
Total	DbT	JKT			

Sumber : (Gaspersz, 1991)

Daerah penolakan hipotesis, yaitu :

1. Jika $F_{\text{Hitung}} \geq F_{\text{Tabel}}$ pada taraf 5% maka terdapat pengaruh yang nyata antara rata-rata dari setiap perlakuan, artinya perbandingan tepung modifikasi Kacang Koro Pedang dengan tepung terigu berpengaruh nyata terhadap sifat kimia dan organoleptik *Cookies*, maka diperlukan uji lanjut untuk mengetahui sejauh mana perbedaan dari masing-masing perlakuan.
2. Jika $F_{\text{Hitung}} < F_{\text{Tabel}}$ pada taraf 5% maka tidak terdapat pengaruh nyata antara rata-rata dari setiap perlakuan, artinya perbandingan tepung modifikasi Kacang Koro Pedang dengan tepung terigu tidak berpengaruh nyata terhadap sifat kimia dan organoleptik *Cookies*.

Penilaian para panelis dicantumkan dalam formulir pengisian untuk uji organoleptik dan kemudian data yang didapat tersebut diolah menggunakan perhitungan statistik

Tabel 14. Skala hedonik dengan skala numeriknya

Skala Hedonik	Skala Numerik
Sangat Suka	1
Suka	2
Agak suka	3
Agak Tidak Suka	4
Tidak Suka	5
Sangat Tidak Suka	6

Sumber : (Garnida, 2020)

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Prosedur Penelitian Tahap Satu

3.3.1.2 Deskripsi Peremajaan Kultur *Lactobacillus plantarum*

1. Penimbangan MRSA

Penimbangan MRSA sebanyak 6,82 gram dimasukkan ke dalam gelas kimia berukuran 100 mL dan ditambahkan aquadest 100 mL.

2. Pemanasan

MRSA yang telah dicampurkan dengan aquadest dihomogenkan dan dipanaskan menggunakan *magnetic stirrer* hingga 100°C sampai larut sempurna dan jernih. Kemudian, 5 mL larutan MRSA tersebut dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditutup dengan kapas steril

3. Sterilisasi

Tabung reaksi berisi larutan MRSA disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C selama satu jam. Setelah sterilisasi selesai, tabung dikeluarkan dari autoclave dan disimpan pada suhu kamar 27°C dengan posisi miring hingga MRSA memadat menjadi agar dan siap pakai untuk peremajaan bakteri

4. Inokulasi

MRSA dalam tabung reaksi diinokulasikan secara aseptis dengan *Lactobacillus plantarum* di dalam *laminar air flow* menggunakan jarum ose untuk mengambil dan memindahkan kultur murni bakteri. Tabung yang telah diinokulasikan kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

5. Pengujian *Total Plate Count*

Bakteri yang telah diinokulasikan dan tumbuh di MRSA dilakukan uji *Total Plate Count* yang diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. untuk mengetahui jumlah bakteri yang berhasil tumbuh.

3.3.1.2 Deskripsi Pembuatan Starter *Lactobacillus plantarum*

1. Penimbangan MRSB

Penimbangan MRSB seberat 52,2 gram dimasukkan ke dalam gelas kimia 1000 mL dan ditambahkan aquadest sebanyak 1000 mL.

2. Pemanasan

MRSB yang telah dicampur dengan aquadest dihomogenkan dan dipanaskan sehingga 100°C menggunakan *magnetic stirrer* sampai larut sempurna dan menjadi jernih. Setelah pemanasan, larutan MRSB dibagi menjadi 1 mL dan 9 mL ke dalam tabung reaksi, 90 mL ke dalam labu Erlenmeyer 100 mL, dan 200 mL ke dalam labu Erlenmeyer 500 mL. semua wadah ditutup dengan kapas steril kemudian dilapisi kertas serta diikat.

3. Sterilisasi

Semua wadah berisi larutan MRSB disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C selama satu jam. Setelah sterilisasi, wadah dikeluarkan dari autoclave dan didinginkan pada suhu ruangan 27°C sebelum digunakan untuk pembuatan starter inokulum *Lactobacillus plantarum*.

4. Inokulasi

Lactobacillus plantarum diambil sebanyak satu ose dari agar miring MRSA dan diinokulasikan ke dalam 1 mL MRSB.

5. Inkubasi

Inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam menghasilkan pertumbuhan kultur bakteri *Lactobacillus plantarum*.

6. Inokulasi

Inkubasi 24 jam telah selesai, 1 mL suspensi bakteri *Lactobacillus plantarum* dipindahkan dan diinokulasikan ke dalam 9 mL media MRSB baru.

7. Inkubasi

Inkubasi dilakukan kembali pada suhu 37°C selama 24 jam, yang menghasilkan kultur bakteri *Lactobacillus plantarum*.

8. Inokulasi

Setelah masa inkubasi 24 jam, 10 mL suspensi bakteri dipindahkan ke dalam 90 mL media MRSB baru untuk proses inokulasi ulang.

9. Inkubasi

Inkubasi ulang selama 24 jam pada suhu 37°C menghasilkan kultur bakteri *Lactobacillus plantarum*.

10. Inokulasi

Inokulasi sebanyak 100 mL suspensi bakteri ke dalam MRSB 300 ml

11. Inkubasi

Inkubasi kembali selama 24 jam pada suhu 37°C menghasilkan kultur bakteri *Lactobacillus plantarum*

12. Sentrifugasi

Proses sentrifugasi dilakukan untuk memisahkan inokulum dari campuran larutan fisiologis dan media MRSB. Caranya adalah dengan mencampurkan 10 mL larutan fisiologi (NaOH 0,85%) ke dalam inokulum, kemudian dipisahkan melalui sentrifugasi

13. Pengenceran

Dilakukan pengenceran kultur kerja menggunakan larutan fisiologis. Pengenceran ini bertujuan untuk menghitung jumlah sel menggunakan metode MacFarland (turbidity), dengan membandingkan kekeruhan suspensi dengan standar McFarland 0,5 (setara dengan $1,5 \times 10^8$ CFU/mL).

14. Pengujian McFarland

Pengujian ini dilakukan pada hari kelima setelah inkubasi 24 jam pada pengenceran 200 mL sehingga mendapatkan total volume MRSB 300 mL, selanjutnya larutan McFarland 0,5 dicek absorbansi pada panjang gelombang 625 nm dan suspensi bakteri dicek absorbansi pada panjang gelombang yang sama. Ketika sudah mendapatkan panjang gelombang yang sama atau mendekati jumlah koloni bakteri dapat dihitung.

3.3.1.3 Deskripsi modifikasi penelitian pendahulu pembuatan Tepung Kacang Koro Pedang

1. Sortasi

Proses pembuatan tepung modifikasi kacang koro pedang dimulai dengan pemilahan cermat kacang koro pedang, memastikan hanya kacang berkualitas yang akan diproses

2. Penimbangan

proses penimbangan kacang koro pedang sesuai berat yang ditentukan.

3. Pencucian

Kacang Koro Pedang yang sudah disortir kemudian dicuci dengan air mengalir yang bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel.

4. Penirisan

Proses penirisan kacang koro pedang untuk menghilangkan air setelah proses pencucian, penirisan dilakukan dengan menghamparkan kacang koro pedang pada tampah agar terjadi penirisan.

5. Perendaman

Kacang koro pedang direndam di bak plastik dengan perbandingan 1:1 v/b, perendaman ini dilakukan selama 72 jam.

6. Pengupasan

Pengupasan kacang koro pedang dengan memisahkan daging kacang koro pedang dengan kulit kacang koro pedang dilakukan secara manual.

7. Pencucian

Proses pencucian kembali menggunakan air bersih mengalir agar menghilangkan bekas kulit yang masih tersisa dibagian daging.

8. Penirisan

Penirisan dilakukan dengan menghamparkan kacang koro pedang pada tampah agar kacang koro pedang tidak terlalu basah dan air dapat mengalir.

9. Penggilingan Basah

Kacang koro pedang melalui proses pengecilan ukuran dengan penggilingan basah menggunakan blender yang ditambahkan air steril dengan perbandingan 1:1 v/b.

10. Pengeringan

Setelah dilakukan penggilingan basah, tepung kacang koro pedang dikeringkan dalam *cabinet dryer* selama 4 jam pada suhu 60°C. Tepung diratakan di atas Loyang yang dilapisi plastik tahan panas.

11. Penggilingan Kering

Tepung Kacang koro pedang termodifikasi yang telah dikeringkan kemudian diproses menggunakan mesin penepung *miller* untuk memecah gumpalan dan memperkecil ukuran partikel, menghasilkan tepung yang halus.

12. Analisis Kimia

Dilakukan analisis kimia meliputi kadar air menggunakan metode gravimetri, kadar abu menggunakan metode gravimetri, pH menggunakan pH meter, HCN metode destilasi, pati menggunakan metode luff schoorl, kadar protein menggunakan metode kjedahl, dan lemak menggunakan metode ekstraksi.

3.3.1.4 Deskripsi pembuatan Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi dengan Fermentasi menggunakan Starter bakteri *Lactobacillus plantarum*.

1. Penimbangan

Tepung kacang koro pedang ditimbang sebanyak 2000 gram, selanjutnya disimpan di dalam wadah steril.

2. Pencampuran

Timbang 1.000 gram tepung kacang koro pedang lalu tambahkan 1.000 mL air steril lalu campurkan hingga menjadi pasta. Tambahkan 15% suspensi bakteri dari total jumla air steril dan tepung kacang koro pedang.. Campurkan hingga rata secara aseptis, lalu ditempatkan dalam wadah tertutup rapat.

3. Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan pada inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam

4. Pengeringan

Proses pengeringan endapan kacang koro pedang dilakukan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 4 jam setelah ditempatkan diloyang yang dilapisi plastik tahan panas.

5. Penggilingan

Tepung kacang koro pedang yang telah dikeringkan selanjtnya dihaluskan menggunakan mesin penepung miller sampai menjadi tepung yang benar-benar halus.

6. Pengayakan

Tepung kacang koro pedang yang telah dikeringkan diayak dengan ayakan mesh 80 untuk memperoleh tepung halus yang merupakan produk tepung kacang koro pedang termodifikasi.

7. Analisis Kimia

Dilakukan dengan mengukur kadar air dan kadar abu menggunakan metode gravimetri, pH menggunakan pH meter, kadar HCN dengan metode distilasi, kadar pati menggunakan metode Luff Schoorl, kadar protein dengan metode Kjeldahl, serta kadar lemak menggunakan metode ekstraksi.

3.3.2 Prosedur Penelitian Tahap Dua

3.3.3.1 Deskripsi Pembuatan *Cookies*

1. Pencampuran I

Pencampuran pertama dengan memasukan margarin, gula, *palm sugar*, dan telur lalu dilakukan pencampuran menggunakan *mixer* sampai rata selama 3 menit.

2. Pencampuran II

Pada tahap kedua, tepung modifikasi kacang koro pedang dan tepung terigu dengan konsentrasi tertentu dimasukkan dan diaduk menggunakan mixer hingga tercampur rata.

3. Pencampuran III

Pada tahap keempat, bahan-bahan seperti vanili bubuk, garam, baking soda, dan baking powder ditambahkan dan diaduk hingga merata.

4. *Resting*

Adonan dilakukan resting dengan menutup wadah adonan menggunakan plastik *wrap* lalu dimasukkan kedalam chiller dengan suhu 4-10°C selama 60 menit.

5. Pencetakan

Pencetakan adonan dengan masing-masing berat adonan 20 gram dengan diameter 6 cm dan ketebalan 3 mm.

6. Pemanggang

Pemanggang adonan dilakukan dengan suhu 150°C dengan waktu 30 menit api atas dan bawah.

7. *Tempering*

Cookies didiamkan terlebih dahulu pada suhu ruang agar Cookies yang masih dalam keadaan agak lunak, dapat mengeras dan mencapai tekstur yang optimal.

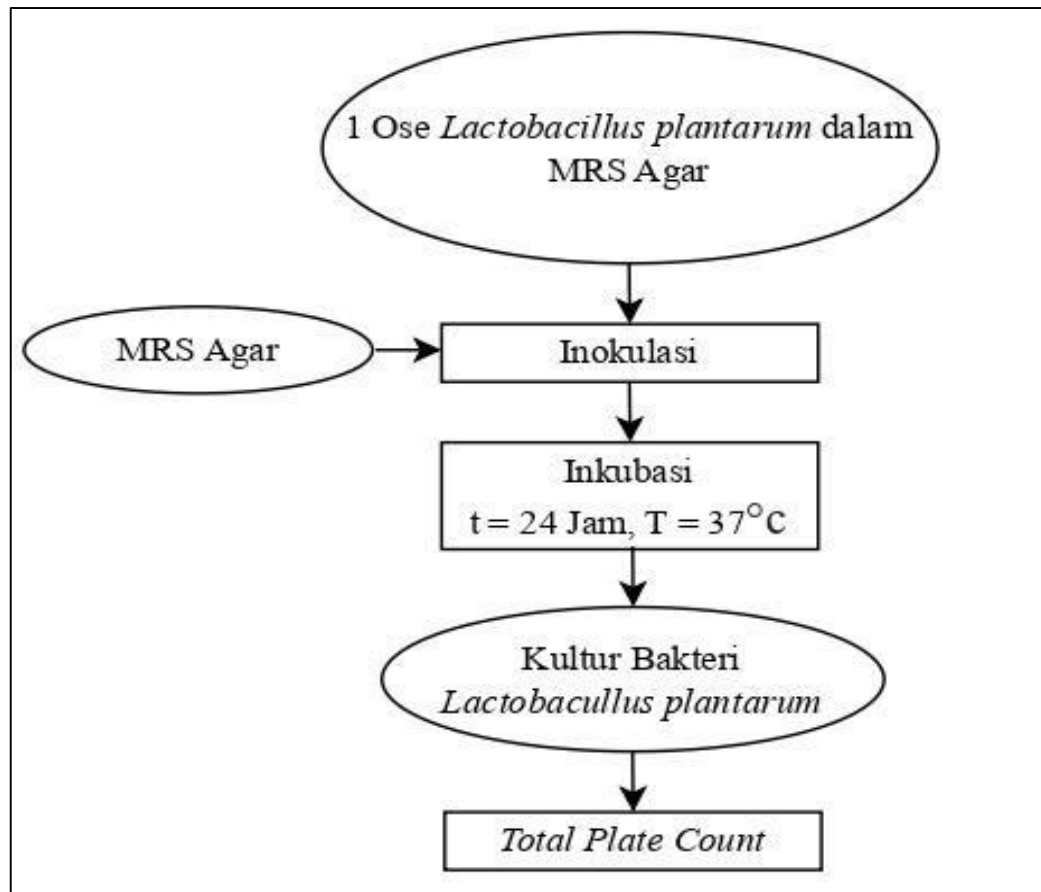
8. Pengujian

Dilakukan dengan mengukur kadar air dan kadar abu menggunakan metode gravimetri, pH menggunakan pH meter, kadar karbohidrat menggunakan metode *By difference*, kadar protein dengan metode Kjeldahl, kadar lemak menggunakan metode ekstraksi, Uji kekerasan menggunakan Penetrometer, dan uji hedonik.

3.4 Diagram Alir Penelitian

3.4.1 Diagram Alir Penelitian Tahap Satu

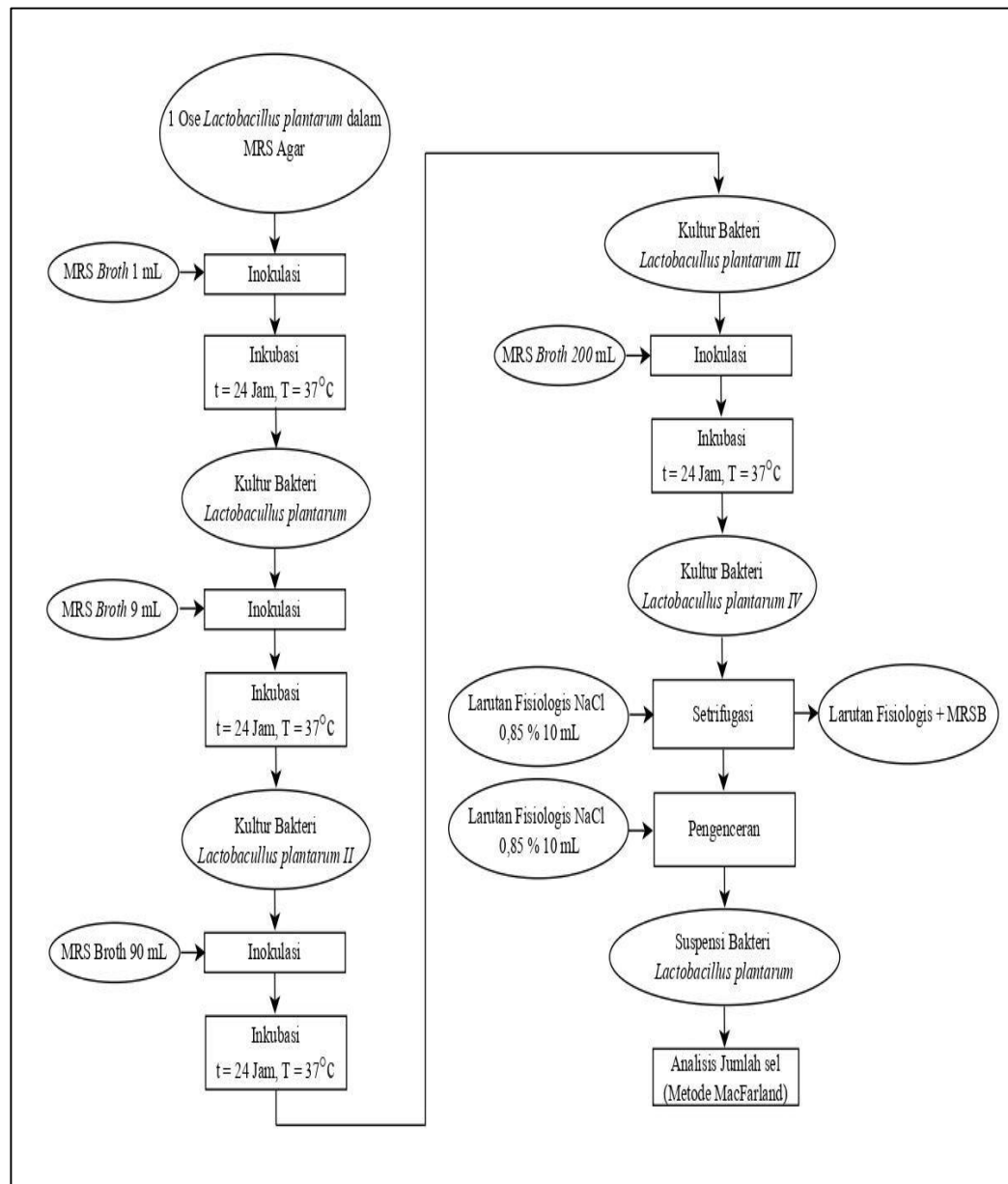
3.4.1.1 Diagram Alir Peremajaan Kultur *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014



(Sumber : Amalia, 2024)

Gambar 11. Diagram Alir Peremajaan Kultur *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014

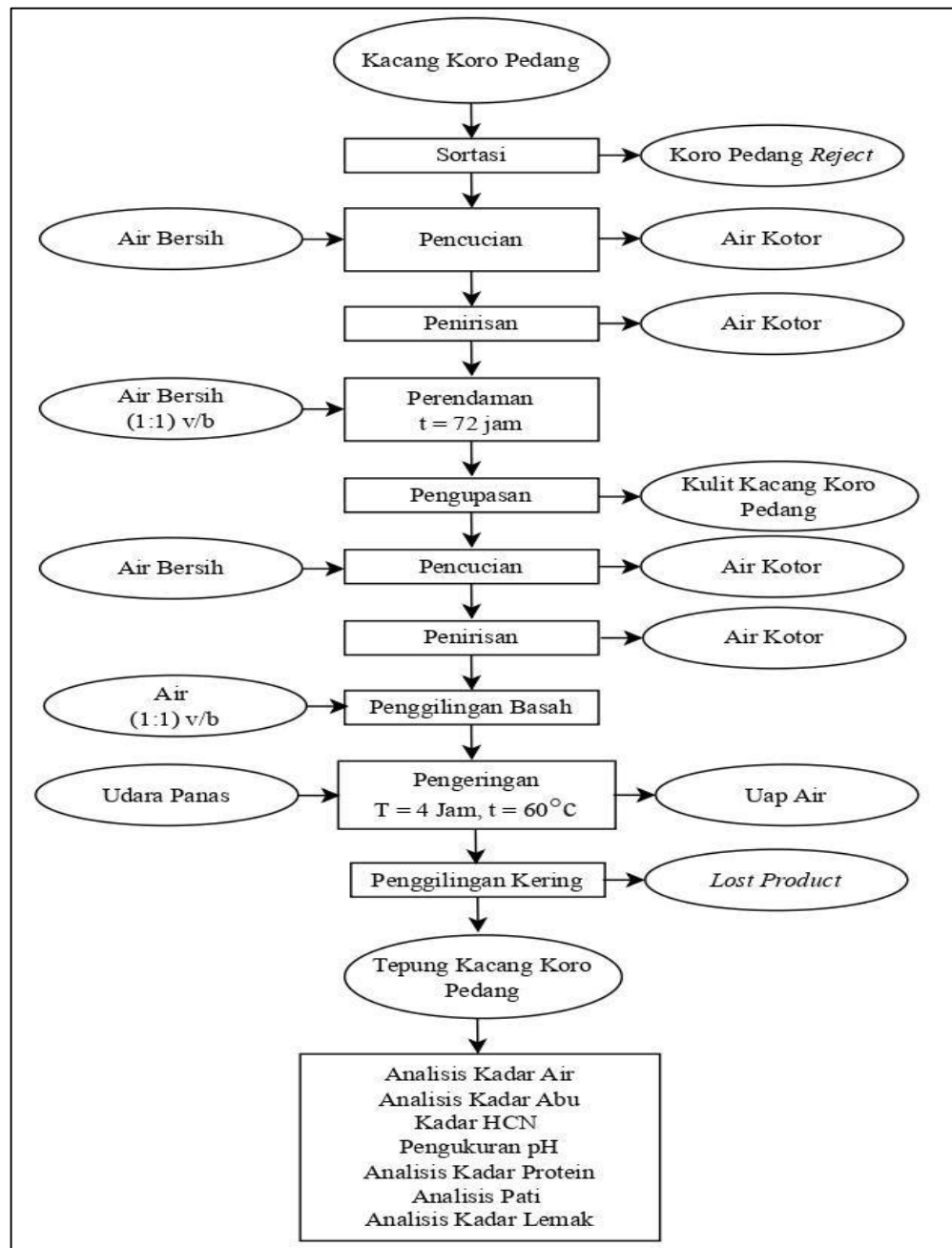
3.4.1.2 Diagram Alir Pembuatan Starter Kultur *Lactobacillus plantarum*



(Sumber : Amalia, 2024)

Gambar 12. Diagram Alir Pembuatan Starter Kultur *Lactobacillus plantarum*

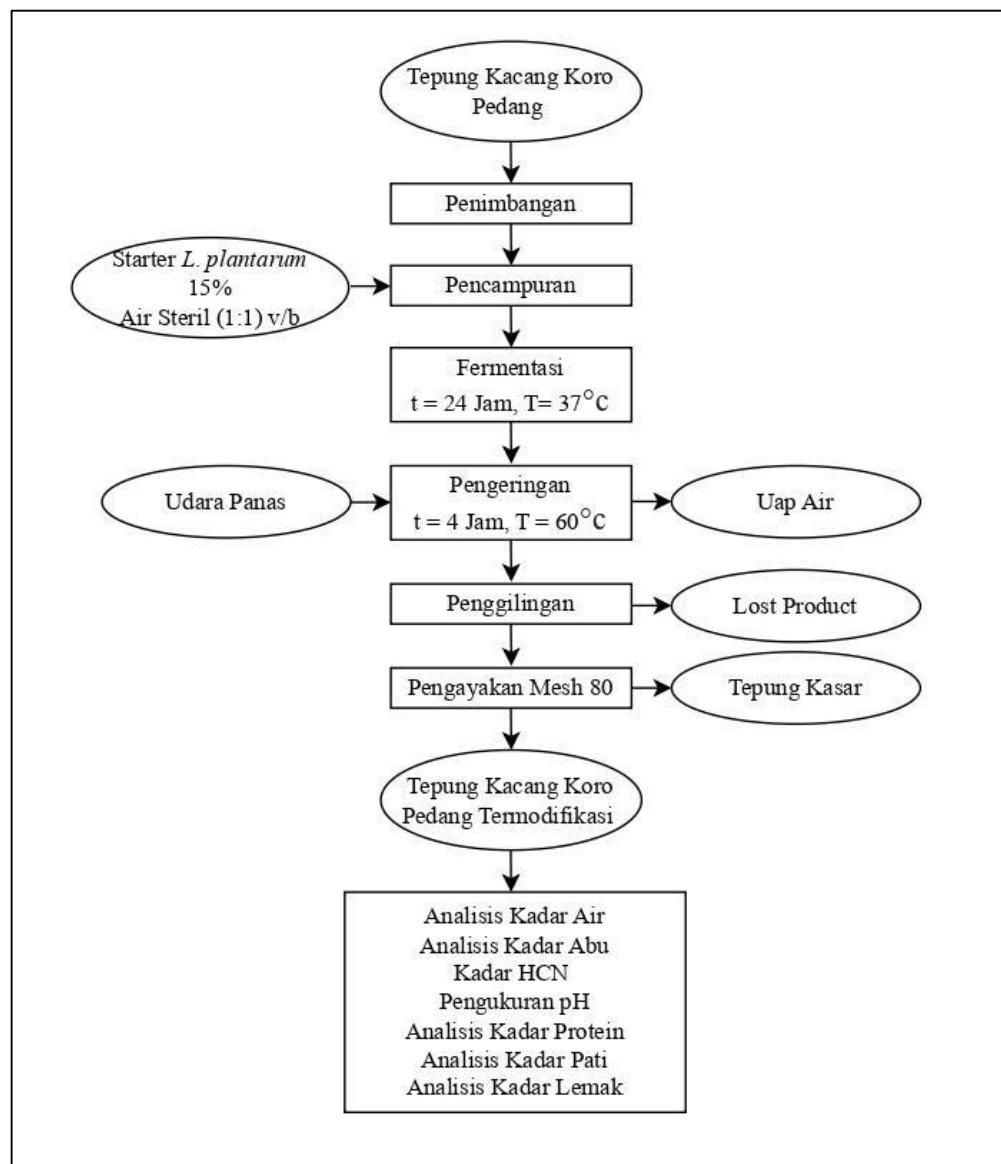
3.4.1.3 Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Kacang Koro Pedang



(Sumber : Modifikasi Amalia, 2024)

Gambar 13. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Pembuatan Tepung Kacang Koro Pedang

3.4.1.4 Diagram Alir pembuatan Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Dengan Fermentasi Menggunakan Starter Bakteri *Lactobacillus plantarum*.

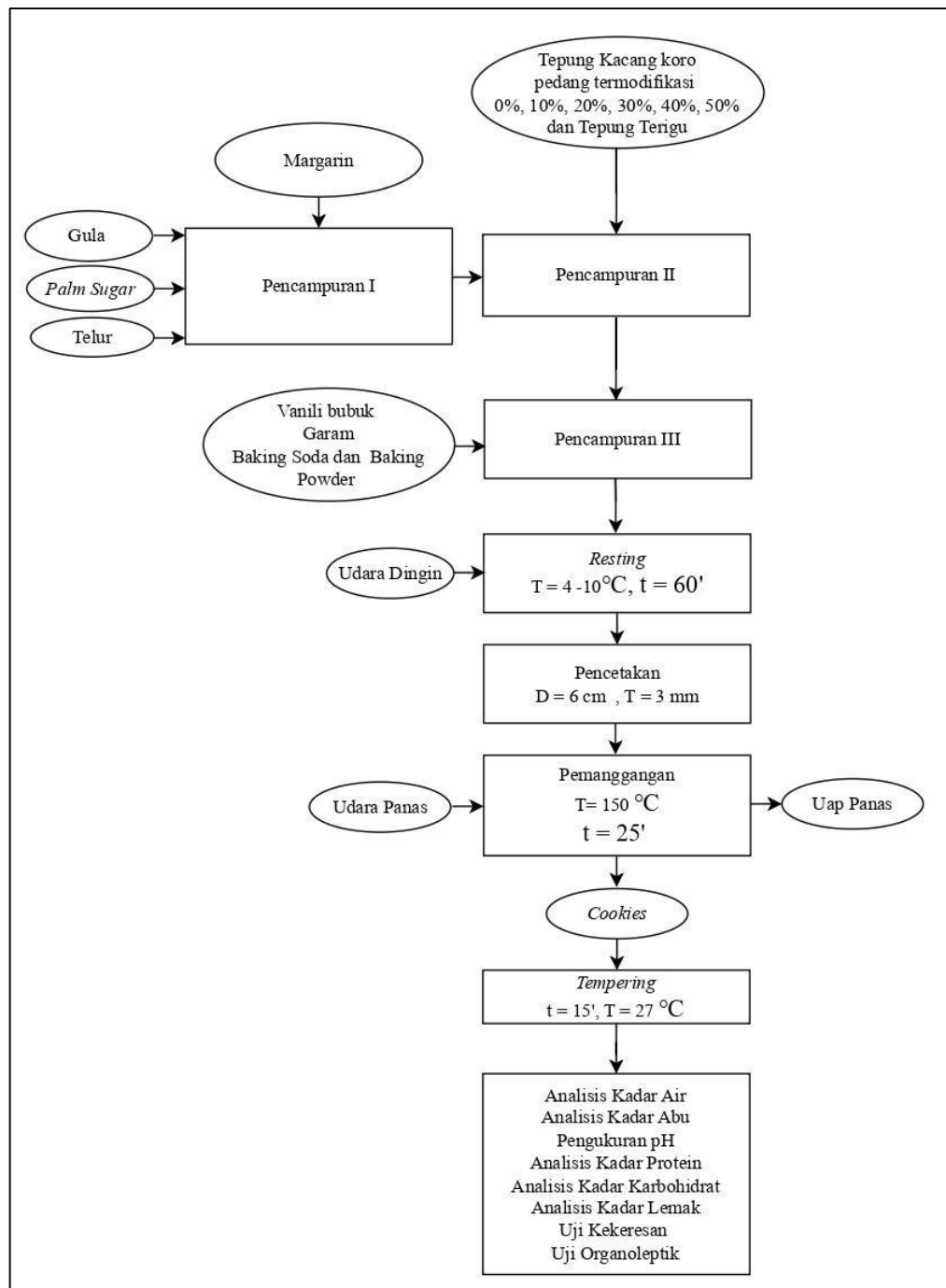


(Sumber : Modifikasi Amalia, 2024)

Gambar 14. Diagram Alir pembuatan Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Dengan Fermentasi Menggunakan Starter Bakteri *Lactobacillus plantarum*

3.4.2 Diagram Alir Penelitian Tahap Dua

3.4.2.1 Diagram Alir Pembuatan *Cookies*



(Sumber : Modifikasi Pertiwi et al., 2018)

Gambar 15. Diagram Alir Pembuatan *Cookies*

3.5 Formulasi *Cookies*

Tabel 15. Formulasi *Cookies*

NO	Nama Bahan	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (x)											
		x ₁ (0%)		x ₁ (10%)		x ₁ (20%)		x ₁ (30%)		x ₁ (40%)		x ₁ (50%)	
		Fraksi (%)	Berat (Gram)	Fraksi (%)	Berat (Gram)	Fraksi (%)	Berat (Gram)	Fraksi (%)	Berat (Gram)	Fraksi (%)	Berat (Gram)	Fraksi (%)	Berat (Gram)
1	Tepung kacang koro pedang termodifikasi	0%	0	10%	30	20%	60	30%	90	40%	120	50%	150
2	Tepung Terigu	50%	150	40%	120	30%	90	20%	60	10%	30	0%	0
3	Margarin	20,70%	62,1	20,70%	62,1	20,70%	62,1	20,70%	62,1	20,70%	62,1	20,70%	62,1
4	Gula Pasir	10,60%	31,8	10,60%	31,8	10,60%	31,8	10,60%	31,8	10,60%	31,8	10,60%	31,8
5	Palm Sugar	10,70%	32,1	10,70%	32,1	10,70%	32,1	10,70%	32,1	10,70%	32,1	10,70%	32,1
6	Telur	6,90%	20,7	6,90%	20,7	6,90%	20,7	6,90%	20,7	6,90%	20,7	6,90%	20,7
7	Baking Soda	0,20%	0,6	0,20%	0,6	0,20%	0,6	0,20%	0,6	0,20%	0,6	0,20%	0,6
8	Baking Powder	0,20%	0,6	0,20%	0,6	0,20%	0,6	0,20%	0,6	0,20%	0,6	0,20%	0,6
9	Vanili Bubuk	0,40%	1,2	0,40%	1,2	0,40%	1,2	0,40%	1,2	0,40%	1,2	0,40%	1,2
10	Garam	0,30%	0,9	0,30%	0,9	0,30%	0,9	0,30%	0,9	0,30%	0,9	0,30%	0,9
Total		100%	300	100%	300	100%	300	100%	300	100%	300	100%	300

Sumber : (Modifikasi : Lu & Hasanah, 2024)

3.6 Jadwal Usulan Penelitian

Tabel 16. Jadwal Usulan Penelitian

No	Uraian Kegiatan	Bulan							
		Februari	Maret	April	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
1	Diskusi Topik dan Judul Penelitian								
2	Penyusunan Usulan Penelitian								
3	Bimbingan Usulan Penelitian								
4	Pengajuan Seminar Usulan Penelitian								
5	Penjadwalan Seminar Usulan Penelitian								
6	Seminar Usulan Penelitian								
7	Penelitian Tugas Akhir								
8	Pengolahan Data								
9	Penyusunan Laporan Tugas Akhir								
10	Bimbingan Laporan Tugas Akhir								
11	Pengajuan Sidang Tugas Akhir								
12	Sidang Tugas Akhir								

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menguraikan mengenai : (4.1) Hasil dan Pembahasan Penelitian Tahap I, dan (4.2) Hasil dan Pembahasan Penelitian Tahap II

4.1 Hasil dan Pembahasan Penelitian Tahap I

4.1.1 Peremajaan Kultur *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014

Peremajaan bakteri adalah proses menghidupkan kembali bakteri yang sebelumnya dalam kondisi dorman atau tidak aktif, sehingga bakteri menjadi aktif dan mudah untuk dapat berkembang biak dengan optimal. Tujuan peremajaan adalah mendapatkan biakan bakteri yang baru dan segar agar daya hidup dan fungsinya tetap terjaga ketika digunakan dalam penelitian atau produksi (Aryani & Widyantara, 2019). Pada penelitian ini menggunakan MRS agar, diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Salah satu cara menentukan keberhasilan peremajaan dengan menghitung jumlah bakteri yang tumbuh dengan metode *Total Plate Count* pada pengenceran 10^{-5} hingga 10^{-10} dalam satuan *Colony Forming Units per Milliliter* (CFU/mL), jumlah koloni yang tumbuh dihitung pada rentang 25-250 koloni per cawan agar hasilnya valid dan akurat (Anindita & Sari, 2023).

Tabel 17. Hasil Perhitungan Bakteri metode *Total Plate Count*

Bakteri	Media	CFU/mL
<i>Lactobacillus plantarum</i>	MRSA	$1,84 \times 10^9$

Diketahui pada tabel 17. Proses kultivasi bakteri MRSA berhasil dilakukan dengan inkubasi selama 24 jam. Pada pengenceran pertama yang jumlah koloninya berada dalam rentang 25-250 yaitu pengenceran 10^7 diperoleh 131 koloni. Dengan

demikian pada proses kultivasi bakteri *Lactobacillus plantarum* terdapat sekitar $1,84 \times 10^9$ bakteri yang tumbuh, hal ini sesuai dengan penelitian Noor et al., (2018) mengenai jumlah sel saat peremajaan *Lactobacillus plantarum* yang mencapai 9,74 log CFU/ml atau sekitar $5,5 \times 10^9$ setelah inkubasi selama 24 jam.

Proses kultivasi berhasil dikarenakan kondisi lingkungan dan media yang digunakan memenuhi kebutuhan pertumbuhan bakteri. Faktor utama yang mempengaruhi keberhasilan kultivasi meliputi pH, suhu, ketersediaan nutrisi, aerasi, dan kebersihan lingkungan (aseptik). Setiap mikroorganisme memerlukan kondisi spesifik agar dapat tumbuh optimal, misalnya suhu dan pH yang sesuai dengan habitat alamnya. Selain itu, media kultur harus mengandung sumber karbon, nitrogen, mineral, dan vitamin yang cukup untuk nutrisi bakteri (Subagiyo et al., 2016)

4.1.2 Pembuatan Suspensi *Lactobacillus plantarum*

Pembuatan suspensi starter adalah proses pembuatan larutan yang mengandung bakteri starter dalam bentuk suspensi homogen agar bakteri tersebut siap digunakan untuk inokulasi atau fermentasi. Suspensi starter ini dibuat dengan menginokulasikan koloni bakteri ke dalam larutan steril (misalnya air steril atau larutan garam fisiologis), kemudian dihomogenkan sehingga bakteri tersebar merata dalam larutan. Suspensi ini biasanya distandarisasi tingkat kekeruhannya agar jumlah bakteri per volume larutan dapat diketahui dan tepat untuk proses fermentasi selanjutnya (Isya Syamsu et al., 2015). Kekeruhan dari larutan uji distandarisasi menggunakan larutan McFarland 0,5 yang setara dengan jumlah bakteri $1,5 \times 10^8$ CFU/ml.

Tabel 18. Hasil Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri *Lactobacillus plantarum*

Bakteri	Media	CFU/mL
<i>Lactobacillus plantarum</i>	MRSB	$2,7 \times 10^7$

Berdasarkan Tabel 18. Metode McFarland 0,5 memiliki absorban 0,189 pada panjang gelombang 625 nm. Hasil perhitungan jumlah mikroba *Lactobacillus plantarum* dengan pengenceran 125 kali memiliki absorban 0,194 pada panjang gelombang 625 nm didapatkan total koloni bakteri sebanyak $2,7 \times 10^7$ CFU/ml. Berdasarkan penelitian Setyawan, A.D., & Handayani, (2018), Pertumbuhan *Lactobacillus plantarum* pada suhu 37°C di media MRS broth selama 24 jam dengan populasi mencapai kisaran 10^7 sampai 10^9 CFU/mL dan dianggap sebagai kondisi optimal untuk aktivitas fermentasi serta produksi metabolit sekunder seperti bakteriosin.

Populasi bakteri starter dalam rentang 10^7 sampai 10^9 CFU/mL dianggap optimal karena jumlah bakteri yang cukup besar memungkinkan kultur segera memasuki fase pertumbuhan logaritmik, di mana aktivitas metabolik sangat tinggi. Pada fase ini, produksi metabolit utama seperti asam laktat serta metabolit sekunder seperti bakteriosin meningkat pesat, mempercepat proses fermentasi dan meningkatkan kualitas serta keamanan produk akhir. Kondisi ini memberikan keseimbangan ideal antara kecepatan fermentasi dan efisiensi metabolik, sehingga menghasilkan produk fermentasi dengan cita rasa, tekstur, dan nilai gizi yang optimal (Desniar et al., 2023).

Inkubasi untuk pembuatan bakteri *Lactobacillus plantarum* biasanya dilakukan dengan pengenceran ke volume sekitar 300 mL selama 5 hari untuk

memberikan waktu optimal bagi bakteri melewati berbagai fase pertumbuhan, mulai dari fase lag, log, hingga stasioner. Pada rentang waktu ini, jumlah sel bakteri mencapai puncaknya pada fase stasioner, di mana produksi metabolit sekunder seperti bakteriosin dalam jumlah maksimal bisa terjadi. Inkubasi kurang dari 5 hari biasanya belum mencapai fase stasioner penuh dan produksinya belum optimal, sedangkan inkubasi lebih dari 5 hari bisa menyebabkan fase kematian dimana sel mulai mati dan penurunan viabilitas terjadi akibat kehabisan nutrisi dan akumulasi produk sampingan toksik (Novirisandi, 2012).

Selain itu, inkubasi terlalu lama (lebih dari 5 hari) berpotensi menurunkan kualitas kultur karena menurunnya viabilitas dan aktivitas metabolik bakteri yang berdampak negatif pada hasil fermentasi atau aplikasi bakteri. Inkubasi yang tepat adalah yang memberikan keseimbangan antara jumlah bakteri dan aktivitas metabolitnya. Penelitian menunjukkan bahwa produksi optimal bakteriosin *L. plantarum* terjadi antara 24 hingga 36 jam inkubasi (sekitar 1.5 hari) dalam skala kecil, namun pengenceran dan inkubasi yang lebih lama (hingga 5 hari) pada volume kultur lebih besar diperlukan untuk skala produksi yang stabil dan homogen (Novirisandi, 2012).

4.1.3 Hasil Analisis Tepung Kacang Koro Pedang dan Tepung Kacang Koro Pedang termodifikasi

Tepung Modifikasi adalah tepung yang telah mengalami perubahan sifat-sifatnya dari kondisi asli supaya memiliki karakteristik dan fungsi yang lebih baik atau sesuai kebutuhan dalam pembuatan makanan. Modifikasi ini bisa dilakukan dengan cara fisik, kimiawi, ataupun bioteknologi. Salah satu metode modifikasi yang umum adalah melalui fermentasi dengan mikroba seperti bakteri asam laktat.

Pada proses fermentasi ini, mikroba memproduksi enzim yang menguraikan dan merombak struktur pati dan protein dalam tepung (Putri et al., 2018).

Kacang koro pedang yang diolah menjadi tepung dan difermentasi kemudian dianalisis untuk mengetahui karakteristik kimia sebelum dan setelah melalui proses fermentasi yang bertujuan untuk memastikan bahwa proses fermentasi berjalan dan dapat meningkatkan sifat kimia tepung koro pedang. Analisis karakteristik kimia meliputi pengukuran kadar air, abu, lemak, protein, pati, pH, serta kandungan senyawa antinutrisi yaitu asam sianida (HCN).

Tabel 19. Hasil Analisis Kimia Tepung Kacang Koro Pedang dan Tepung Kacang Koro Pedang termodifikasi

Analisis	Hasil Analisis Tepung Kacang Koro Pedang	Hasil Analisis Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi
Kadar Air (%)	6,71 ± 0,32	8,95 ± 0,16
Kadar Abu (%)	2,39 ± 0,24	2,60 ± 0,06
pH	6,3	4,90 ± 0,14
Kadar HCN (mg/kg)	0,85 ± 0,0002	0,43 ± 0,002
Kadar Protein (%)	15,11 ± 0,58	23,46 ± 0,24
Kadar Pati(%)	43,56 ± 0,64	38,8 ± 0,67
Kadar Lemak (%)	6,95 ± 0,02	8,26 ± 0,11

4.1.3.1 Kadar Air Tepung

Air adalah senyawa paling melimpah dan krusial dalam bahan pangan, berperan sebagai media reaksi kimia dan proses mikrobiologis. Air memengaruhi kesegaran, tekstur, warna, rasa, dan daya tahan produk. Secara kimia, molekul air dengan ikatan hidrogen khasnya berinteraksi dengan komponen seperti protein, karbohidrat, dan lipid. Air dalam pangan terbagi menjadi air bebas yang mudah terlihat dalam reaksi dan pertumbuhan mikroba, serta air terikat yang kuat berikatan

dengan molekul pangan dan sulit dipindahkan. Oleh karena itu, pengendalian kadar dan aktivitas air sangat penting untuk menjaga mutu dan memperpanjang umur simpan produk (Hayati, 2017).

Berdasarkan pada tabel 19. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan kenaikan kadar air dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar air yang lebih tinggi pada tepung termodifikasi yaitu 8,95% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 6,57%. Kadar air tepung kacang koro pedang setelah fermentasi mengalami kenaikan dikarenakan selama proses fermentasi dilakukan dalam suasana basah dan lembab sehingga kadar air pada tepung termodifikasi cenderung lebih tinggi.

Standar SNI tepung 3751:2018 yaitu batas maksimal kadar air maksimal 14,5% dan syarat SNI tepung mokaf 7622:2011 dengan batas maksimal kadar air 13%. Menurut penelitian Kurniana, (2015) kenaikan kadar air pada tepung termodifikasi fermentasi berkaitan dengan adanya perubahan struktur matriks tepung yang memudahkan penyerapan atau retensi air akibat degradasi bahan kering selama fermentasi. Pada proses fermentasi bakteri memetabolisme gula menjadi karbondioksida dan air, sehingga air metabolit yang dihasilkan dapat meningkatkan kandungan air dalam tepung (Romantica et al., 2017).

4.1.3.2 Kadar Abu Tepung

Abu adalah sisa zat anorganik yang tertinggal setelah bahan pangan dibakar sempurna pada suhu tinggi. Kadar abu menunjukkan total mineral dalam bahan tersebut, karena bahan organik terbakar habis sementara mineral tetap menjadi abu. Abu terdiri dari berbagai mineral, baik dalam bentuk garam organik seperti malat

dan oksalat, maupun garam anorganik seperti fosfat, karbonat, klorida, sulfat, dan nitrat (Kinanthi Pangestuti & Darmawan, 2021)

Berdasarkan pada tabel 19. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan peningkatan kadar abu dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar abu yang lebih tinggi pada tepung termodifikasi yaitu 2,60% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 2,39%. Kadar abu merefleksikan jumlah mineral anorganik yang tersisa dalam tepung.

Standar SNI tepung 3751:2018 yaitu batas maksimal kadar abu 0,70% dan syarat SNI tepung mokaf 7622:2011 dengan batas maksimal kadar abu 1,5%., sehingga kedua sampel masih melebihi batas yang ditetapkan. Fermentasi pada tepung cenderung dapat meningkatkan kadar abu tepung. Hal ini disebabkan oleh proses fermentasi yang secara enzimatik dan mikrobiologis mendegradasi bahan organik (protein, lemak, karbohidrat), sehingga bahan organik berkurang dan konsentrasi mineral (yang menyusun kadar abu) relatif meningkat. Selain itu, selama fermentasi yang menggunakan media air jumlah air yang tinggi memungkinkan degradasi komponen organik lebih efektif, sehingga mineral yang tidak larut tetap ada dan terukur lebih tinggi (Panigoro et al., 2024)

4.1.3.3 Pengukuran pH Tepung

pH adalah indikator tingkat keasaman atau kebasaan suatu larutan, yang diukur pada skala 0 hingga 14. Nilai pH di bawah 7 menunjukkan sifat asam, pH 7 bersifat netral, dan pH di atas 7 menunjukkan sifat basa (alkali) pada bahan pangan (Masdania Zurairah Siregar et al., 2022).

Berdasarkan pada tabel 19. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan penurunan pH dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata pH yang lebih rendah pada tepung termodifikasi yaitu 4,9 dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 6,3. Penurunan pH ini merupakan indikator utama bahwa proses fermentasi berlangsung secara efektif.

Selama fermentasi, mikroorganisme asam laktat *Lactobacillus plantarum* melakukan metabolisme karbohidrat yang terkandung dalam tepung, menghasilkan berbagai asam organik, terutama asam laktat, serta asam asetat dan asam format. Produksi asam-asam ini secara signifikan menurunkan nilai pH bahan fermentasi (Kurniana, 2015). Sejalan dengan Penelitian Syamsiana et al., (2024) mengamati fermentasi sari kacang koro pedang dengan variasi lama fermentasi dan kadar gula. Hasil menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi, aktivitas mikroorganisme meningkat dan produksi senyawa asam juga meningkat sehingga menyebabkan penurunan nilai pH secara signifikan. Produksi asam organik selama fermentasi ini merupakan penyebab utama penurunan pH.

4.1.3.4 Kadar HCN Tepung

HCN (Asam Sianida) adalah senyawa racun yang terbentuk enzimatik dari precursor glikosida sianogenik. Senyawa glikosida sianogenik dapat berubah menjadi asam sianida (HCN) melalui proses hidrolisis enzimatik. Ketika jaringan tanaman yang mengandung glikosida sianogenik mengalami kerusakan, enzim β -glikosidase akan menguraikan glikosida tersebut menjadi gula dan senyawa antara yang disebut sianohidrin. Selanjutnya, sianohidrin ini dapat terdegradasi menjadi asam sianida (HCN) dan senyawa keton atau aldehid. Proses ini sering dibantu oleh

enzim hidrosinitril liase yang mengkatalisis pemecahan sianohidrin jadi HCN (Fadlilah & Mirasa, 2022).

Berdasarkan pada tabel 19. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan penurunan kadar HCN dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar HCN yang lebih rendah pada tepung termodifikasi yaitu 0,43% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 0,85%. Penurunan kadar HCN merupakan hasil dari proses fermentasi dan perendaman yang dapat menguraikan senyawa glikosida sianogenik menjadi senyawa yang mudah menguap atau larut.

Pada penelitian Gilang et al., (2013) fermentasi dengan bantuan mikroorganisme mempercepat degradasi enzimatis HCN. Perendaman dan fermentasi memperluas area permukaan biji yang bersentuhan dengan air sehingga senyawa sianida terlarut dan terbawa keluar dalam cairan perendaman atau diproses selama fermentasi (Islami et al., 2025) sehingga residunya pada produk akhir menjadi sangat rendah dan jauh di bawah batas aman pangan berdasarkan SNI 7622:2011 yang mensyaratkan batas maksimal HCN 10 mg/kg.

4.1.3.5 Kadar Protein Tepung

Protein adalah makromolekul yang terdiri dari asam amino yang terhubung oleh ikatan peptida. Protein berperan penting dalam menentukan sifat fisik dan kimia bahan makanan, seperti kemampuan membentuk gel, viskositas, dan tekstur produk. Struktur kompleks protein, termasuk ikatan hidrogen, disulfida, dan ion, memengaruhi kestabilan dan reaktivitasnya selama pengolahan makanan (Kurniana, 2015).

Berdasarkan pada tabel 19. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan peningkatan kadar protein dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar protein yang lebih tinggi pada tepung termodifikasi yaitu 23,46% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 15,11%. Kadar protein pada tepung kacang koro pedang meningkat setelah fermentasi karena aktivitas mikroorganisme selama proses fermentasi meningkatkan biomassa yang mengandung protein. berdasarkan SNI tepung 3751:2018 yang mensyaratkan batas minimal protein 7%.

Menurut Zahrah et al., (2025) mikroba seperti bakteri dan khamir menghasilkan enzim proteolitik yang memecah protein kompleks menjadi protein terlarut, polipeptida, peptida sederhana, dan akhirnya asam amino bebas, sehingga meningkatkan kadar protein terlarut dalam produk fermentasi. Peningkatan ini juga dipengaruhi oleh peningkatan jumlah mikroba selama fermentasi yang memperkuat enzim protease, sehingga proses pemecahan protein semakin intensif.

4.1.3.6 Kadar Pati Tepung

Pati adalah karbohidrat kompleks yang tersusun dari dua jenis molekul polimer glukosa, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan rantai lurus glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α -(1,4)-glikosidik, sedangkan amilopektin memiliki rantai bercabang dengan ikatan α -(1,4) pada rantai utama dan ikatan α -(1,6) pada cabangnya. Pati terdapat secara alami dalam berbagai makanan seperti biji-bijian, umbi, sayuran, dan kacang-kacangan sebagai sumber energi yang disimpan oleh tumbuhan (Suarti, 2023).

Berdasarkan pada tabel 19. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan penurunan kadar pati dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar pati yang lebih rendah pada tepung termodifikasi yaitu 38,80% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 43,56%. Penurunan kadar pati ini terjadi karena selama proses fermentasi, mikroorganisme memanfaatkan sebagian pati sebagai sumber energi utama untuk pertumbuhan dan metabolismenya.

Kadar karbohidrat pada tepung biji-bijian biasanya berkisar antara 40% sampai hampir 80%, tergantung jenis biji dan proses pengolahan (Murtini et al., 2012). Menurut Syamsiana et al., (2024) Enzim amilase yang dihasilkan saat fermentasi akan menghidrolisis pati menjadi gula sederhana yang kemudian digunakan mikroba. Hal ini sejalan dengan penelitian Putro, (2012) yang menyatakan bahwa proses perendaman dan fermentasi pada kacang koro pedang menyebabkan berkurangnya kadar pati total dari 51,30% menjadi sekitar 44,29%, karena hidrolisis pati oleh aktivitas enzim. Selain itu, fermentasi juga menyebabkan perubahan struktur pati, yaitu amilosa yang memiliki rantai lurus lebih mudah terdegradasi dibandingkan amilopektin yang bercabang dan lebih kompleks secara struktural, namun degradasinya tidak sebanyak amilopektin karena amilosa hasil proses pemutusan ikatan cabang α -1,6 glikosidik pada amilopektin.

4.1.3.7 Kadar Lemak Tepung

Lemak tersusun dari gliserol yang berikatan dengan tiga molekul asam lemak, membentuk triglycerida sebagai bentuk utama lemak dalam bahan pangan. Asam lemak terdiri dari dua jenis, yaitu jenuh tanpa ikatan rangkap dan tak jenuh dengan satu atau lebih ikatan rangkap. Struktur ini membuat lemak bersifat non-

polar, sehingga tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar. (Mamuaja, 2017).

Berdasarkan pada tabel 19. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan peningkatan kadar lemak dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar lemak yang lebih tinggi pada tepung termodifikasi yaitu 8,26% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 6,95%. Kenaikan kadar lemak ini dapat terjadi selama fermentasi, proses fermentasi memicu pemecahan makromolekul karbohidrat dan protein oleh enzim-enzim mikroorganisme sehingga jumlah relatif komponen lemak dalam tepung meningkat karena fraksi lain.

Kadar lemak tepung umumnya berkisar antara 0,9% sampai 1,5% untuk tepung terigu dengan batas maksimal sekitar 30% untuk tepung-tepung tertentu seperti tepung bekatul atau jagung. Tepung jagung misalnya memiliki kadar lemak sekitar 3,9% sampai 9% dalam beberapa bentuk olahan (Murtini et al., 2012). Menurut Damayanti et al., (2019) proses fermentasi dapat meningkatkan kadar lemak karena aktivitas mikroba menghasilkan enzim lipase yang memecah lemak terikat dalam matriks bahan menjadi asam lemak bebas yang terdeteksi sebagai kenaikan kadar lemak. Selain itu, fermentasi juga dapat menghasilkan senyawa lipid baru sebagai produk metabolisme mikroorganisme sehingga kadar lemak total tampak meningkat

4.2 Hasil Penelitian Tahap II

4.2.1 Karakteristik Kimia *Cookies*

Cookies merupakan salah satu jenis biscuit yang biasanya terbuat dari adonan lunak, renyah dan bila dipatahkan penampangnya tampak bertekstur kurang padat (SNI, 2022). Analisis karakteristik kimia pada produk *Cookies* untuk memastikan kualitas dan melihat korelasi kandungan nutrisi dengan penambahan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi.

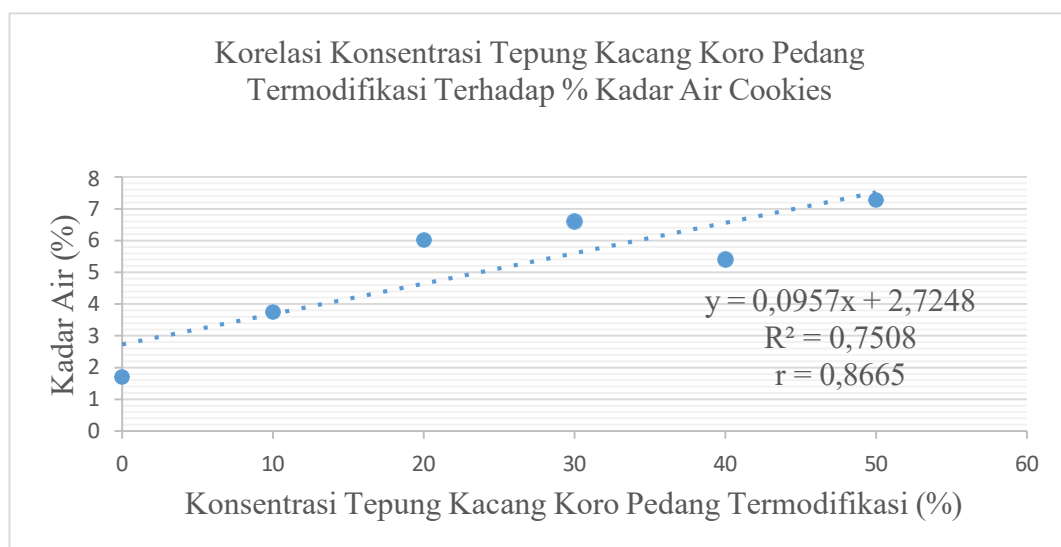
4.2.1.1 Kadar Air *Cookies*

Air adalah senyawa yang paling melimpah dan penting dalam bahan pangan, berfungsi sebagai media bagi berbagai reaksi kimia dan proses mikrobiologis. Air dalam pangan dapat mempengaruhi kesegaran, tekstur, warna, cita rasa, dan daya awet produk. Secara kimia, air memiliki struktur molekul yang khas dengan ikatan hidrogen yang memengaruhi sifat fisiko-kimia serta interaksinya dengan komponen lain seperti protein, karbohidrat, dan lipid di dalam bahan pangan. Air dalam bahan pangan terbagi menjadi dua tipe utama yaitu air bebas (*free water*) yang bersifat seperti air murni dan mudah digunakan dalam reaksi kimia serta pertumbuhan mikroorganisme, dan air terikat (*bound water*) yang berikatan kuat dengan molekul bahan pangan dan tidak mudah dipindahkan. Karena perannya yang besar tersebut, pengendalian kadar air dan aktivitas air dalam produk pangan sangat penting untuk menjaga mutu dan memperpanjang umur simpan produk (Hayati, 2017).

Tabel 20. Hasil Analisis Kadar Air *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Air(%)
0	1,69 ± 0,55
10	3,74 ± 0,07
20	6,01 ± 0,04
30	6,59 ± 0,002
40	5,4 ± 0,46
50	7,28 ± 0,13

Berdasarkan tabel 20. didapatkan adanya hubungan antara konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi dengan kadar air pada produk yang dihasilkan. Semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi yang ditambahkan, kadar air produk cenderung mengalami peningkatan, yaitu dari 1,69% pada konsentrasi 0% menjadi 7,28% pada konsentrasi 50%.

Gambar 16. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Air *Cookies*

Berdasarkan Gambar 16. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar air diperoleh r sebesar 0,8665. Koefisien korelasi positif menyatakan adanya hubungan korelasi searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar air *Cookies*.

Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,7508 atau setara dengan 75,08%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap meningkatnya kadar air *Cookies*. Sehingga semakin tinggi penambahan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin meningkat kadar air pada *Cookies*

Peningkatan kadar air cukup signifikan terutama pada konsentrasi 10% (3,74%) dan 20% (6,01%). Hal ini mengindikasikan bahwa tepung kacang koro pedang termodifikasi memiliki kemampuan mengikat air yang lebih tinggi seiring kenaikan konsentrasi dalam formulasi. Penelitian lain menunjukkan bahwa kadar air *Cookies* meningkat dari 2,5% hingga 4,5% seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi (Yuniar et al., 2016). Berdasarkan SNI 2973:2022 Biskuit yang mensyaratkan batas maksimal kadar air 5%, pada penelitian ini pada konsentrasi 20% hingga 50% tidak memenuhi syarat SNI 2973:2022.

Peningkatan kadar air pada produk *Cookies* yang menggunakan tepung fermentasi disebabkan oleh beberapa mekanisme utama terkait perubahan struktur bahan selama fermentasi. Tepung fermentasi mengalami modifikasi kimiawi dan fisik, khususnya pada pati dan protein, yang meningkatkan kemampuan tepung untuk mengikat air. Enzim mikroorganisme selama fermentasi memecah molekul pati dan protein sehingga menghasilkan gugus polar baru dan struktur matriks yang lebih berpori, sehingga air terikat lebih banyak di dalam adonan dan sulit menguap saat pemanggangan. Selain itu, pati yang termodifikasi pada tepung fermentasi cenderung memiliki indeks penyerapan air yang lebih tinggi, sehingga produk akhir

seperti *Cookies* mengandung kadar air yang lebih tinggi dibandingkan produk dengan tepung non-fermentasi (Handito et al., 2022). Selain itu, Sudarmadji et al., (2018) juga menyatakan bahwa bahan pangan dengan kadar protein dan serat tinggi memiliki kapasitas holding water yang lebih besar sehingga menyebabkan kadar air produk mengalami kenaikan.

4.2.1.2 Kadar Abu *Cookies*

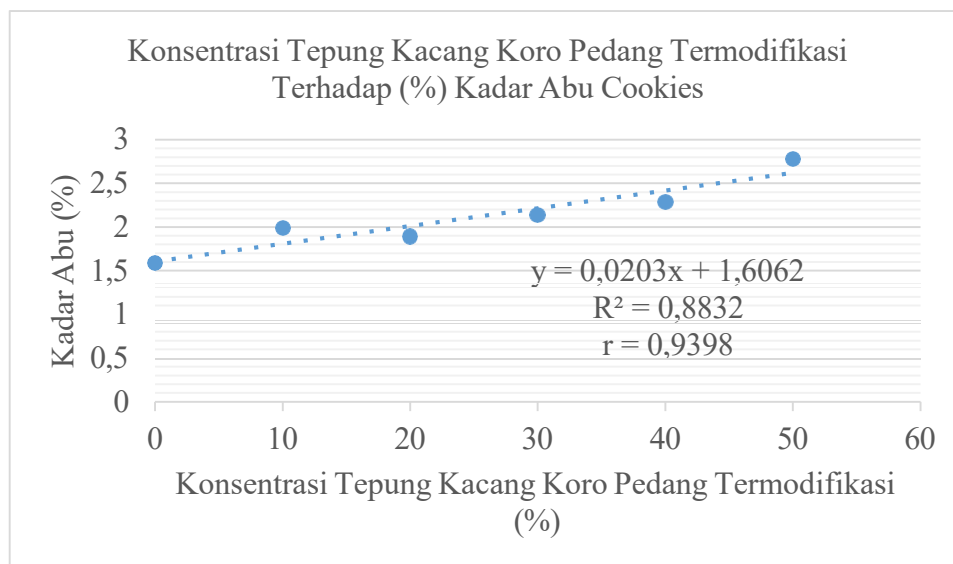
Abu merupakan residu atau sisa zat anorganik yang tersisa setelah bahan pangan mengalami proses pembakaran sempurna pada suhu tinggi. Kadar abu menandakan jumlah total mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut, karena bahan organik terbakar habis sedangkan mineral tidak dapat terbakar dan tetap tersisa sebagai abu. Komposisi abu ini mencakup berbagai jenis mineral, baik dalam bentuk garam organik seperti malat, oksalat, asetat, pektat maupun garam anorganik seperti fosfat, karbonat, klorida, sulfat, dan nitrat (Kinanthi Pangestuti & Darmawan, 2021).

Tabel 21. Hasil Analisis Kadar Abu *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Abu (%)
0	1,59 ± 0,001
10	1,99 ± 0,28
20	1,89 ± 0,15
30	2,14 ± 0,49
40	2,29 ± 0,56
50	2,78 ± 0,005

Berdasarkan tabel 21. data kadar abu tepung kacang koro pedang termodifikasi, terdapat hubungan antara konsentrasi tepung dengan kadar abu pada produk yang dihasilkan. Secara umum, semakin tinggi konsentrasi tepung kacang

koro pedang termodifikasi yang ditambahkan, kadar abu produk cenderung mengalami peningkatan, yaitu dari 1,59% pada konsentrasi 0% menjadi 2,78% pada konsentrasi 50%.



Gambar 17. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Abu *Cookies*

Berdasarkan Gambar 17. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar abu diperoleh r sebesar 0,9398. Koefisien korelasi positif menyatakan adanya hubungan korelasi searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar abu *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,8832 atau setara dengan 88,32%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap meningkatnya kadar abu *Cookies*. Sehingga semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin meningkat kadar abu pada *Cookies*

Peningkatan kadar abu ini mengindikasikan bertambahnya kandungan mineral dalam produk seiring dengan penambahan tepung kacang koro pedang

yang memang kaya akan mineral. Namun demikian, peningkatan kadar abu tidak selalu linier terlihat pada konsentrasi 10% kadar abu mencapai 1,99%, kemudian sedikit menurun pada konsentrasi 20% menjadi 1,89%. Penelitian lain menunjukkan kadar abu produk cenderung mengalami peningkatan, yaitu dari 1,59% pada konsentrasi 0% menjadi 2,78% pada konsentrasi 50% (Pertiwi et al., 2018).

Kadar abu *Cookies* mengalami kenaikan karena tepung terfermentasi umumnya mengandung kandungan mineral (zat anorganik) yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu biasa. Proses fermentasi dapat meningkatkan ketersediaan dan konsentrasi mineral dalam tepung dan ketika produk *Cookies* mengalami proses pengeringan yang mengurangi kadar air sehingga berat mineral relatif terhadap berat total bertambah, meningkatkan kadar abu terukur, sehingga penambahan tepung ini dalam pembuatan *Cookies* secara otomatis menaikkan kadar abu produk akhir. Sebagai contoh, pada penelitian dengan substitusi tepung jagung fermentasi, kadar abu *Cookies* meningkat dari 0,75% (tanpa tepung jagung fermentasi) menjadi 2,25% pada konsentrasi tepung jagung fermentasi 100%, yang berkaitan dengan kadar abu tepung jagung fermentasi yang lebih tinggi yaitu 2,6% dibanding tepung terigu 0,62% (Handito et al., 2022).

4.2.1.3 Pengukuran pH *Cookies*

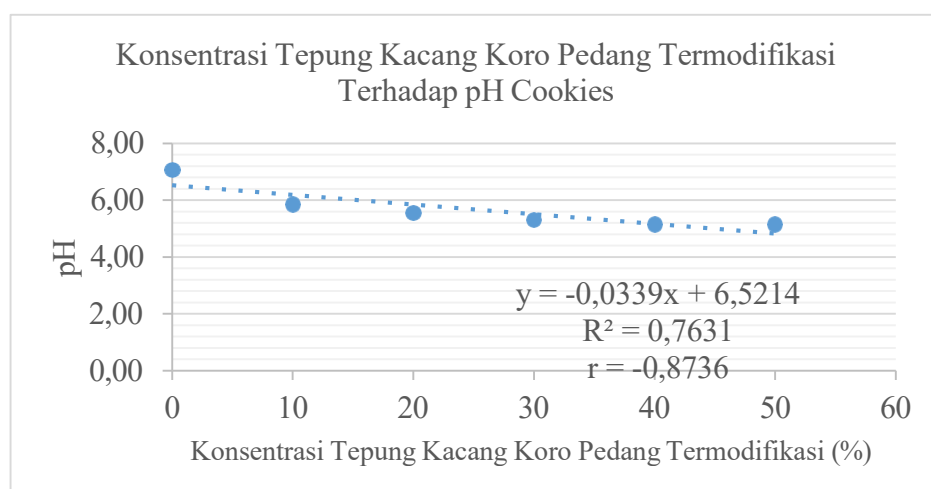
pH adalah ukuran keasaman atau kebasaan suatu larutan yang dinyatakan dalam skala 0 hingga 14, di mana pH di bawah 7 menunjukkan sifat asam, pH 7 bersifat netral, dan pH di atas 7 menunjukkan sifat basa (alkali) pada bahan pangan (Masdania Zurairah Siregar et al., 2022). Dalam konteks produk pangan, pH sangat

berpengaruh terhadap karakteristik dan kestabilan produk, termasuk rasa, tekstur, keamanan mikrobiologis, dan daya simpan. Produk dengan pH rendah (asam) cenderung lebih tahan terhadap pertumbuhan mikroorganisme patogen dan perusak, sehingga memperpanjang umur simpan pangan fermentasi atau produk (Meilina et al., 2022).

Tabel 22. Hasil Analisis pH *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	pH
0	7,05 ± 0,07
10	5,85 ± 0,07
20	5,55 ± 0,07
30	5,30
40	5,15 ± 0,07
50	5,15 ± 0,07

Berdasarkan Tabel 22. didapatkan nilai pH mengalami penurunan signifikan seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi, mulai dari pH 7,05 pada konsentrasi 0% turun menjadi sekitar 5,15 pada konsentrasi 40% dan 50%.



Gambar 18. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap pH *Cookies*

Berdasarkan Gambar 18. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap pH diperoleh r sebesar $(-0,8736)$. Koefisien korelasi negatif menyatakan adanya hubungan korelasi tidak searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan pH *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,7631 atau setara dengan 76,31%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap menurunnya pH *Cookies*. Sehingga semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin menurun pH pada *Cookies*.

Penurunan pH ini erat kaitannya dengan proses fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*, di mana bakteri asam laktat ini menghasilkan asam laktat sebagai produk metaboliknya selama fermentasi. Produksi asam laktat tersebut menyebabkan lingkungan menjadi lebih asam sehingga pH turun secara bertahap seiring lama fermentasi dan jumlah bakteri yang tumbuh meningkat. Penelitian lain dalam pembuatan *crispy Cookies* berbahan tepung kacang koro pedang termodifikasi yang dicampur dengan tepung maizena (dengan variasi perbandingan tepung koro pedang dan maizena 100:0 sampai 50:50) menunjukkan bahwa *Cookies* yang dihasilkan memiliki karakteristik rasa asam, *after taste* asam, dan aroma langu yang meningkat dengan bertambahnya tepung kacang koro pedang. Hal ini mengindikasikan pH menurun seiring meningkatnya konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi dalam formula *Cookies* (Pertiwi et al., 2018)

Fermentasi oleh *Lactobacillus plantarum* tidak hanya menurunkan pH, tetapi juga berfungsi dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme

kontaminan yang kurang toleran terhadap kondisi asam, sehingga meningkatkan keamanan dan stabilitas produk tepung kacang koro pedang termodifikasi. Penurunan pH ini juga berdampak pada perubahan karakteristik kimiawi tepung, seperti peningkatan aktivitas enzim dan modifikasi struktur protein yang memperbaiki nilai nutrisi dan fungsional tepung hasil fermentasi (Kurniana, 2015). Penelitian menunjukkan bahwa kombinasi fermentasi dengan penambahan sukrosa pada sari koro pedang juga menurunkan pH secara signifikan ke kisaran 3,7–4,0 karena akumulasi asam laktat dan asam asetat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat (Alimahana et al., 2023).

4.2.1.4 Kadar Protein *Cookies*

Protein adalah makromolekul yang tersusun dari asam amino yang berikatan melalui ikatan peptide. Protein merupakan komponen penting yang mempengaruhi sifat fisik dan kimia dari bahan makanan seperti kemampuan membentuk gel, viskositas, dan tekstur produk akhir. Struktur protein yang kompleks, meliputi ikatan hydrogen, disulfide, dan ikatan ion, memengaruhi stabilitas dan reaktivitas protein selama proses pengolahan makanan (Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, 2017)

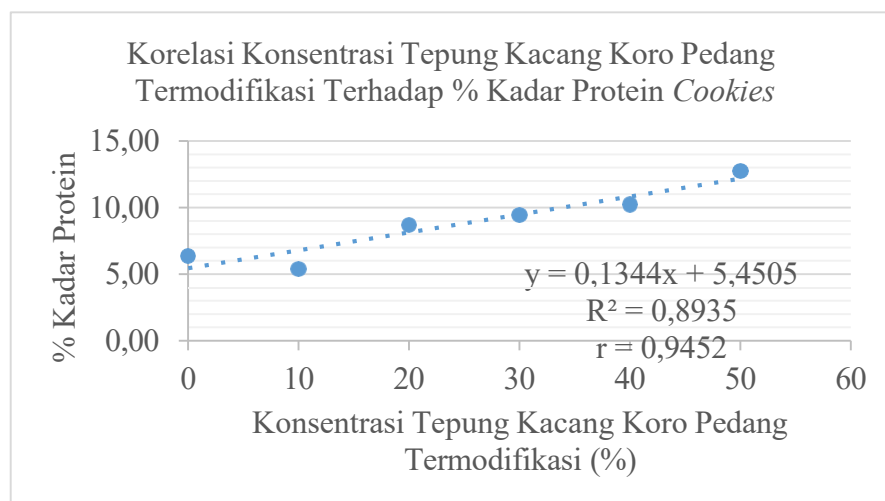
Manfaat protein dalam kimia pangan antara lain sebagai sumber nutrisi esensial. Protein sangat penting untuk meningkatkan nilai gizi dan memperbaiki karakteristik sensorik seperti tekstur. Kandungan protein pada *Cookies* dipengaruhi oleh bahan-bahan penyusunnya, seperti tepung, susu, kuning telur, dan tambahan lainnya. (Alifianita & Sofyan, 2022).

Proses penambahan konsentrasi kacang koro pedang termodifikasi pada *Cookies* selanjutnya dilakukan analisis kadar protein yang kemudian datanya diolah menggunakan regresi linear sederhana.

Tabel 23. Hasil analisis Kadar Protein *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Protein (%)
0	$6,37 \pm 0,28$
10	$5,40 \pm 0,002$
20	$8,69 \pm 0,28$
30	$9,45 \pm 0,26$
40	$10,23 \pm 0,26$
50	$12,73 \pm 0,01$

Berdasarkan Tabel 23. dapat diketahui bahwa konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi dalam pembuatan produk *Cookies* terdapat hubungan terhadap kadar protein yang dihasilkan. Konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi 0% (control) memiliki kadar protein sebesar 6,17% dan mengalami kenaikan hingga pada konsentrasi 50% kadar protein sebesar 12,73%



Gambar 19. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Protein *Cookies*

Berdasarkan Gambar 19. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar protein diperoleh r sebesar 0,9452. Koefisien korelasi positif menyatakan adanya hubungan korelasi searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar protein *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,8935 atau setara dengan 89,35%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap meningkatnya kadar protein *Cookies*. Sehingga semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin meningkat kadar protein pada *Cookies*

Peningkatan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi hingga 50% menyebabkan kadar protein *Cookies* meningkat secara bertahap, dengan nilai tertinggi 12,73% pada konsentrasi 50%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang koro pedang dapat meningkatkan kadar protein *Cookies* karena tepung kacang pedang termodifikasi diketahui memiliki kandungan protein yang tinggi. Kandungan protein pada *Cookies* ini sudah memenuhi syarat SNI 2973:2022 yaitu minimal 4,1%. Penelitian yang dilakukan oleh Pertiwi et al., (2018) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi digunakan dalam pembuatan crispy *Cookies*, maka kadar protein pada produk *Cookies* tersebut juga mengalami kenaikan. Protein tepung kacang koro pedang yang cukup tinggi, sekitar 37%, menjadikan tepung ini sebagai tepung kaya protein (*protein rich flour*)

Menariknya, pada konsentrasi 10%, kadar protein justru menurun menjadi 4,86%. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh terjadinya variasi interaksi

antara komponen tepung terigu dan tepung kacang koro pedang termodifikasi dalam adonan, atau adanya faktor teknis selama proses pencampuran dan pemanggangan yang memengaruhi ketersediaan protein. Menurut (Damaiyanti & Murdiati, 2020) penambahan tepung kacang koro pedang pada kadar rendah masih memunculkan variasi dalam struktur adonan yang bisa memengaruhi distribusi dan ketersediaan protein secara homogen. Selain itu, kandungan senyawa non-protein atau antinutrisi seperti saponin dan fitat yang masih tersisa pada tepung koro pedang dapat berinteraksi dengan protein sehingga mengurangi kelarutan dan ketersediaannya dalam produk akhir .

Mulai dari penambahan 20% hingga 50%, terjadi peningkatan kadar protein yang konsisten dan signifikan. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan tepung kacang koro pedang termodifikasi dalam formulasi *Cookies* berpotensi memperkaya nilai protein produk akhir. Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa penambahan tepung kacang-kacangan dapat meningkatkan kandungan protein pada produk bakery (Alifianita & Sofyan, 2022).

Penambahan tepung kacang koro pedang fermentasi ke dalam adonan *Cookies* dapat meningkatkan kadar protein produk akhir secara signifikan. Hal ini disebabkan oleh kandungan protein yang tinggi dalam tepung kacang koro pedang, yang secara alami memiliki nilai gizi lebih baik dibandingkan tepung pati atau tepung terigu biasa. Selain itu, proses fermentasi yang berlangsung pada tepung kacang koro pedang berperan penting dalam mengoptimalkan kualitas proteinnya. Fermentasi dengan enzim protease membantu memecah protein kompleks menjadi

bentuk yang lebih sederhana dan lebih mudah diserap oleh tubuh. Aktivitas enzim mikroorganisme selama fermentasi juga mengurangi senyawa antinutrisi yang biasa menghambat penyerapan protein, sehingga meningkatkan ketersediaan biologis protein dalam tepung tersebut. Dengan demikian, ketika tepung kacang koro pedang fermentasi ditambahkan ke dalam formulasi *Cookies*, tidak hanya kandungan protein total meningkat, tetapi juga kualitas protein menjadi lebih baik dan mudah dicerna (Martono et al., 2016).

Penurunan kadar protein pada cookies akhir dibandingkan dengan kadar protein tepung terigu asli dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, selama proses pengolahan seperti pencampuran, pemanggangan, dan pengeringan, protein dapat mengalami denaturasi dan kerusakan struktural sehingga mengurangi kandungan protein yang terdeteksi secara kimiawi pada produk akhir. Kedua, pada pembuatan cookies seringkali terjadi penambahan bahan lain seperti gula, lemak, pengemulsi, dan tepung substitusi (misalnya tepung jagung, tepung singkong, atau tepung fermentasi) yang memiliki kadar protein lebih rendah sehingga mengencerkan kandungan protein keseluruhan dalam produk akhir (Suwayvia, 2016).

Protein dapat mengalami kerusakan atau denaturasi pada suhu di atas 40°C hingga 60°C tergantung jenis protein dan lingkungannya. Untuk bakteri *Lactobacillus plantarum*, stabilitas protein bakteriosin yang dihasilkannya menunjukkan ketahanan pada pemanasan sampai suhu 100°C selama 60 menit dan tetap stabil hingga 121°C selama 10 menit. Kestabilan ini disebabkan oleh struktur protein bakteriosin yang globuler dengan bagian hidrofobik kuat dan kandungan

asam amino sistein yang tinggi, sehingga mampu menahan suhu tinggi tanpa mengalami denaturasi. Namun, protein pada umumnya mulai rusak secara signifikan pada suhu sekitar 70°C hingga 80°C, di mana ikatan hidrogen dan interaksi non-kovalen mulai terputus, mengakibatkan perubahan bentuk dan fungsi protein (Suwayvia, 2016).

4.2.1.5 Kadar Karbohidrat *Cookies*

Karbohidrat merupakan salah satu makronutrien utama yang. Pada pangan tinggi karbohidrat seperti beras, singkong, jagung, dan kentang, kandungan karbohidrat bervariasi 34% hingga lebih dari 69% tergantung sumbernya (Ahmad et al., 2019). Karbohidrat juga memengaruhi sifat fisik dan sensori produk pangan seperti tekstur, rasa, dan daya tahan simpan. Pada produk olahan pangan, karbohidrat pati mengalami proses gelatinisasi saat dipanaskan, yang berkontribusi pada pembentukan struktur dan kerenyahan produk (Nurlaili et al., 2025).

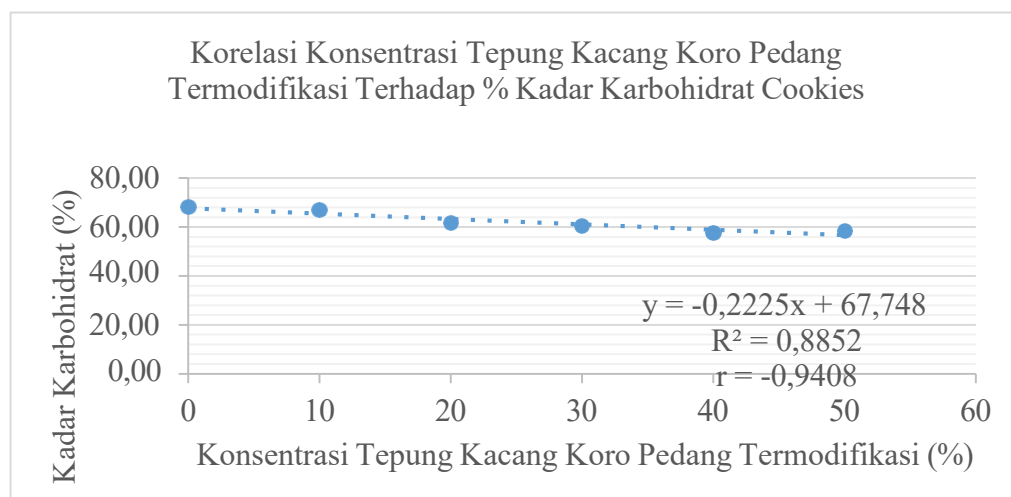
Karbohidrat terdiri dari berbagai jenis senyawa, mulai dari gula sederhana, gula majemuk, hingga polisakarida yang merupakan polimer dari unit-unit gula. Salah satu polisakarida utama dan paling penting dalam karbohidrat adalah pati, yang merupakan polimer glukosa yang tersusun dari dua fraksi utama yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa adalah rantai lurus dari molekul glukosa yang diikat oleh ikatan α -1,4-glikosidik, sedangkan amilopektin memiliki struktur rantai bercabang dengan ikatan α -1,4 dan cabang-cabang melalui ikatan α -1,6-glikosidik (Rahayu et al., 2023).

Proses penambahan konsentrasi kacang koro pedang termodifikasi pada *Cookies* selanjutnya dilakukan analisis kadar karbohidrat yang kemudian datanya diolah menggunakan regresi linear sederhana.

Tabel 24. Hasil analisis Kadar Karbohidrat *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Karbohidrat (%)
0	68,13 ± 0,84
10	67,04 ± 0,38
20	61,54 ± 0,44
30	60,39 ± 0,60
40	57,52 ± 0,08
50	58,49 ± 0,16

Berdasarkan tabel 24. Berdasarkan data konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi (%) dan kadar karbohidrat (%), terjadi penurunan kadar karbohidrat seiring bertambahnya konsentrasi tepung koro pedang dari 0% hingga 40%, yaitu dari 68,13% turun menjadi 57,52% dan terjadi peningkatan pada konsentrasi 50% yaitu menjadi sebesar 58,49%



Gambar 20. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Karbohidrat *Cookies*

Berdasarkan Gambar 20. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar karbohidrat diperoleh r sebesar $(-0,9408)$. Koefisien korelasi negatif menyatakan adanya hubungan korelasi tidak searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar protein *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,8852 atau setara dengan 88,52%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap menurunnya kadar karbohidrat *Cookies*. Sehingga semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin menurun kadar karbohidrat pada *Cookies*

Penurunan ini mungkin disebabkan karena tepung kacang koro pedang memiliki kandungan karbohidrat yang lebih rendah dibandingkan bahan dasar yang digantikan. Namun pada konsentrasi 50%, kadar karbohidrat sedikit mengalami kenaikan menjadi 58,49%, yang bisa mengindikasikan adanya variasi komposisi atau interaksi antara komponen tepung pada level substitusi tinggi. Penelitian dari Pertiwi et al., (2018) yang menganalisis crispy *Cookies* berbahan tepung kacang koro pedang termodifikasi dengan berbagai perbandingan tepung kacang koro pedang dan tepung maizena menemukan bahwa kadar karbohidrat pada produk *Cookies* cenderung mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi

Tepung kacang koro pedang dikenal sebagai tepung yang kaya protein, sering disebut *Protein Rich Flour* (PRF). Saat tingkat substitusi tepung ini dalam resep *Cookies* semakin tinggi, kadar protein produk akhir meningkat secara signifikan. Konsekuensinya, persentase karbohidrat dalam komposisi total akan

turun karena ada penggantian sebagian tepung terigu (umumnya tinggi karbohidrat) dengan tepung koro pedang yang lebih tinggi proteinnya (Nursalma et al., 2021)

Tepung kacang koro pedang secara alami mengandung pati dengan komposisi sekitar 31,12% amilosa dan 68,88% amilopektin (Nur, 2016). Proses fermentasi oleh mikroba menguraikan karbohidrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti gula, asam organik, dan gas. Mikroba ini memanfaatkan karbohidrat sebagai sumber energi selama pertumbuhannya.

Selama fermentasi, enzim amilase dan pululanase akan memecah amilosa (rantai linier) dan amilopektin (rantai bercabang) menjadi produk yang lebih sederhana, sehingga terjadi penurunan kadar karbohidrat total. Hal ini selaras dengan penurunan kadar karbohidrat dalam data, karena pati yang terhidrolisis menjadi molekul lebih kecil menyebabkan kandungan gula sederhana meningkat tetapi karbohidrat total menurun (I. D. A. B. Damayanti et al., 2019). Pada konsentrasi tepung koro pedang 50%, kenaikan kadar karbohidrat walaupun kecil, dapat disebabkan oleh variasi dalam proses fermentasi atau interaksi komponen tepung yang tidak linier, misalnya perubahan rasio amilosa dan amilopektin yang memengaruhi sifat gelatinisasi dan retensi karbohidrat (Sri Budi Wahjuningsih & Kunarto, 2013).

Tepung kacang koro pedang terfermentasi memiliki kandungan karbohidrat yang lebih rendah dibandingkan tepung terigu, terutama setelah fermentasi. Bila dicampurkan dalam jumlah tinggi ke dalam *Cookies*, persentase

total kadar karbohidrat *Cookies* berkurang, digantikan dengan protein dan sedikit lemak serta serat (Syamsiana et al., 2024).

4.2.1.6 Kadar Lemak *Cookies*

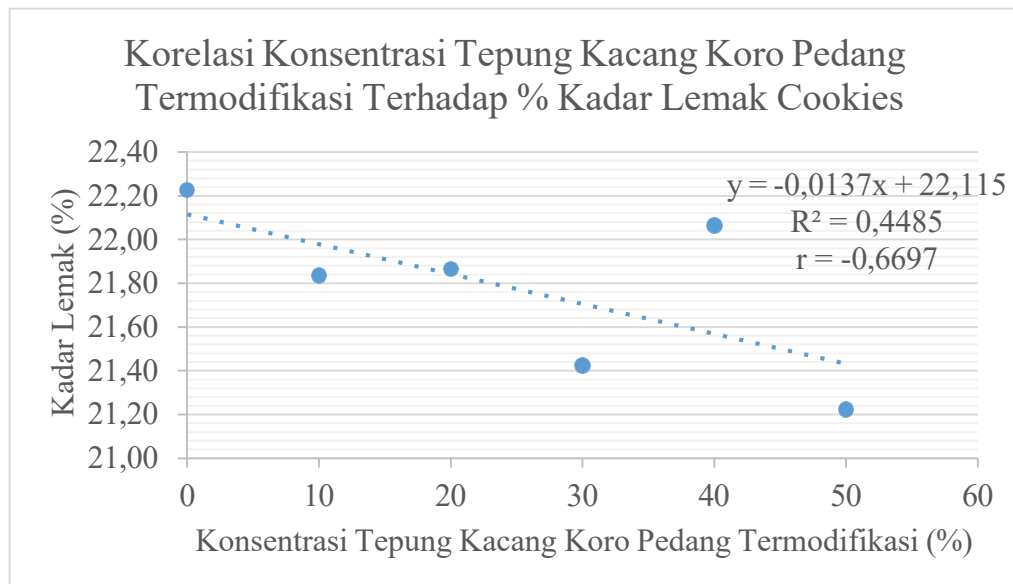
Lemak tersusun dari gliserol yang berikatan dengan tiga molekul asam lemak, membentuk senyawa trigliserida sebagai bentuk lemak yang paling umum ditemukan dalam bahan pangan. (Mamuaja, 2017). Pengaruh lemak pada pangan sangat penting, yaitu berperan sebagai pembawa rasa dan aroma, serta penentu tekstur dan konsistensi produk makanan. Lemak jenuh biasanya memberikan tekstur padat dan renyah, sedangkan lemak tidak jenuh memberikan sifat cairan dan kelembutan pada suhu kamar. Selain itu, lemak juga berperan dalam proses pengolahan seperti hidrogenasi yang mengubah lemak tidak jenuh menjadi lemak jenuh untuk meningkatkan stabilitas dan umur simpan produk pangan. Namun, reaksi oksidasi pada lemak tidak jenuh dapat menyebabkan kerusakan kualitas dan penurunan nilai gizi produk. (Khafiza et al., 2025).

Proses penambahan konsentrasi kacang koro pedang termodifikasi pada *Cookies* selanjutnya dilakukan analisis kadar lemak yang kemudian datanya diolah menggunakan regresi linear sederhana.

Tabel 25. Hasil Analisis Kadar Lemak *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Lemak (%)
0	22,23 ± 0,008
10	21,83 ± 0,03
20	21,87 ± 0,03
30	21,42 ± 0,17
40	22,06 ± 0,008
50	21,22 ± 0,03

Berdasarkan Tabel 25. Hasil analisis kadar lemak didapatkan Data kadar lemak *Cookies* dengan variasi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi menunjukkan fluktuasi nilai yang relatif kecil, mulai dari 22,23% pada 0% substitusi hingga 21,22% pada konsentrasi 50%.



Gambar 21. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap % Kadar Lemak *Cookies*

Berdasarkan Gambar 21. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar lemak diperoleh r sebesar $(-0,6697)$. Koefisien korelasi negatif menyatakan adanya hubungan korelasi tidak searah dengan tingkat hubungan kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar lemak *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,4485 atau setara dengan 44,85%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap menurunnya kadar lemak *Cookies*. Sehingga semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin menurun kadar lemak pada *Cookies*.

Secara umum, terjadi sedikit penurunan kadar lemak dengan bertambahnya konsentrasi tepung koro pedang, kecuali pada konsentrasi 40% yang justru menunjukkan peningkatan kadar lemak menjadi 22,06%. Perubahan kadar lemak ini bisa disebabkan oleh perbedaan komposisi lemak alami pada tepung kacang koro pedang termodifikasi dibanding bahan asal serta interaksi proses modifikasi yang mempengaruhi distribusi lemak dalam produk *Cookies*. Dalam penelitian lain, kadar lemak total *Cookies* bervariasi dan tidak linier sesuai dengan peningkatan konsentrasi tepung kacang koro pedang. formula *Cookies* dengan konsentrasi tepung koro pedang berbeda memiliki kadar lemak yang berbeda-beda, yang menunjukkan adanya fluktuasi lemak tergantung pada proporsi tepung yang digunakan. Fluktuasi ini dapat disebabkan oleh interaksi bahan, proses modifikasi tepung, serta karakteristik lemak dari tepung kacang koro pedang itu sendiri (Pertiwi et al., 2018).

Fluktuasi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain variasi kandungan lemak alami dalam tepung kacang koro pedang yang relatif kecil dan stabil, serta kemungkinan interaksi bahan lain dalam formula *Cookies* seperti margarin, telur, dan tepung terigu yang juga memengaruhi total kadar lemak. Selain itu, proses pembuatan *Cookies* termasuk pengadukan dan pemanggangan dapat menyebabkan perubahan kadar lemak akibat migrasi atau volatilitas lemak dalam adonan. Dalam penelitian (Nursalma et al., 2021) menunjukkan bahwa substitusi tepung koro pedang pada produk bakery seperti pie susu tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada kadar lemak, konsisten dengan hasil fluktuasi kecil tanpa perubahan signifikan. Demikian pula penelitian dalam pembuatan *Cookies*

dengan substitusi tepung lokal lain, seperti tepung tempe , menunjukkan bahwa kadar lemak dipengaruhi terutama oleh bahan sumber lemak (mentega, margarin) dan bukan hanya oleh substitusi tepung protein (Eveline et al., 2019).

Lemak pada cookies mulai terdegradasi pada suhu pemanggangan yang berkisar antara 120°C hingga 130°C, tergantung jenis lemak dan kondisi pemanggangan. Pada suhu ini, lemak mengalami oksidasi dan dekomposisi, yang menyebabkan berkurangnya kandungan lemak total dalam produk akhir. Sebagai contoh, penelitian pemanggangan cookies berbahan dasar tanah liat dan rumput laut merah menunjukkan bahwa suhu pemanggangan optimal yang menghasilkan kandungan lemak tertinggi sekitar 16,37% terjadi pada 130°C selama 30 menit. Suhu yang lebih tinggi dari ini cenderung mempercepat degradasi lemak sehingga kadar lemak menurun (Nuryanto, 2013).

Ketika tepung fermentasi tersebut diaplikasikan ke produk cookies, penurunan kadar lemak seiring bertambahnya prosentase tepung fermentasi dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Proses pemanggangan pada suhu tinggi menyebabkan sebagian lemak menguap atau teroksidasi sehingga mengurangi kandungan lemak pada produk akhir. Selain itu, adanya interaksi negatif antara kandungan protein dan lemak, di mana peningkatan protein bisa mengakibatkan penurunan kadar lemak akibat perubahan struktur matriks adonan dan penyerapan lemak selama pemanggangan. Lemak pada cookies pun bisa mengalami degradasi selama pemanggangan atau saat pembuatan adonan, menyebabkan kadar lemak produk akhir lebih rendah meskipun tepung fermentasi mengandung kadar lemak awal yang lebih tinggi (Yasinta et al., 2021).

4.2.2 Respon Fisik *Cookies*

Analisis karakteristik fisik produk *Cookies* dilakukan untuk memastikan tekstur kekerasan *Cookies*, setelah penambahan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi.

4.2.2.1 Uji Kekerasan *Cookies*

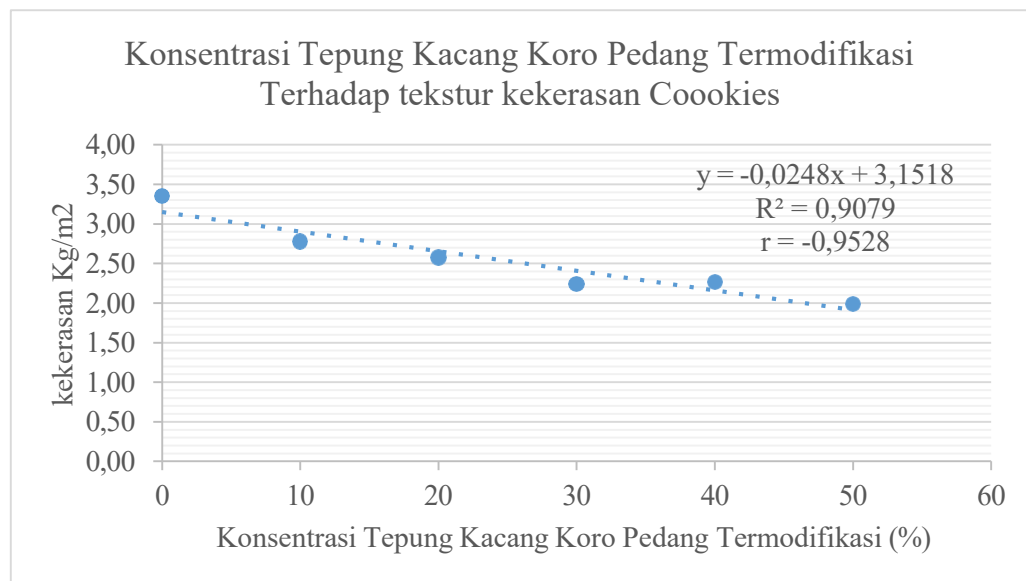
Kekerasan pada produk pangan merupakan parameter tekstur yang menggambarkan daya tahan suatu produk terhadap gaya tekan atau kompresi sampai terjadi kerusakan atau pecah. Kekerasan merupakan besarnya gaya maksimum yang diperlukan untuk memecah produk pangan tersebut (Muthia Damayanti, 2020).

Dalam konteks makanan seperti *Cookies* atau snack bar, kekerasan juga dipengaruhi oleh interaksi antara protein dan air, kadar lemak, serta kandungan karbohidrat seperti pati dan serat yang membentuk struktur produk. Peningkatan kekerasan umumnya terjadi dengan bertambahnya bahan-bahan seperti tepung protein tinggi atau bahan pengeras seperti kalsium yang memperkuat jaringan melalui ikatan kimia. Oleh karena itu, analisis kekerasan penting untuk mengevaluasi karakteristik fisik produk pangan agar memenuhi standar kualitas dan preferensi konsumen (Kidnem et al., 2023).

Tabel 26. Hasil Analisis Uji Kekerasan *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kekerasan (kg/m ²)
0%	3,35±0,31
10%	2,78±0,28
20%	2,57±0,26
30%	2,24±0,46
40%	2,26±0,36
50%	1,99±0,51

Berdasarkan Tabel 26. dapat diketahui kekerasan *Cookies* mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi, dari 3,35 kg/m² pada konsentrasi 0% menjadi 1,99 kg/m² pada konsentrasi 50%.



Gambar 22. Korelasi Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi Terhadap tekstur kekerasan *Cookies*

Berdasarkan Gambar 22. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap tekstur kekerasan diperoleh r sebesar (-0,9528). Koefisien korelasi negatif menyatakan adanya hubungan korelasi tidak searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan terhadap tekstur kekerasan *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,9079 atau setara dengan 90,79%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap menurunnya terhadap tekstur kekerasan *Cookies*. Sehingga semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro

pedang termodifikasi maka semakin menurun terhadap tekstur kekerasan pada *Cookies*

Penurunan kekerasan ini dapat dijelaskan oleh karakteristik tepung kacang koro pedang yang memiliki kandungan protein dan serat yang cukup tinggi, namun tidak mengandung gluten seperti tepung terigu, sehingga substitusi tinggi dengan tepung kacang koro pedang termodifikasi mengurangi jaringan gluten yang memberikan kekuatan dan kekerasan pada *Cookies* (Pertiwi et al., 2018).

Selain itu, tekstur yang lebih lunak atau penurunan kekerasan juga bisa disebabkan oleh pengaruh modifikasi tepung yang meningkatkan kemampuan mengikat air, sehingga produk menjadi lebih lembut. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang koro pedang dalam produk bakery dapat menurunkan kekerasan dan sifat kering pada hasil akhir akibat perubahan struktur matriks protein dan penurunan ikatan gluten (Lestari, 2023)

Fermentasi memecah amilopektin menjadi amilosa dan gula sederhana, tetapi secara keseluruhan total pati dan matriksnya rusak secara signifikan. Meskipun amilopektin terdegradasi menjadi amilosa dan memiliki kadar amilosa yang relatif tinggi tetapi berbeda secara struktural lebih pendek dan kurang membentuk gel kokoh proses ini juga melemahkan struktur pati. Hal ini membuat *Cookies* yang mengandung tepung termodifikasi ini tidak selalu keras meskipun kadar amilosanya tinggi (Syahputri & Wardani, 2015). Hal ini menjelaskan penurunan kekerasan dari 3,35 kg/m² menjadi 1,99 kg/m² seiring penambahan konsentrasi tepung tersebut.

Amilosa merupakan polimer linear dari D-glukosa dengan ikatan α -1,4 glikosidik yang membentuk rantai lurus. Kandungan amilosa yang tinggi pada pati cenderung membuat produk akhir memiliki tekstur yang lebih keras, kering, kurang lengket, dan lebih mudah menyerap air (higroskopis). Hal ini disebabkan amilosa memiliki ikatan hidrogen yang kuat, sehingga memerlukan energi lebih besar saat proses gelatinisasi dan membentuk gel yang padat dan kuat. Amilosa juga dapat membentuk kompleks dengan lipid yang mempengaruhi tekstur keras dan padat pada produk akhir (Pramesti et al., 2015)

Amilopektin adalah polimer bercabang, memiliki ikatan α -1,6 pada cabang-cabangnya dan sering membentuk struktur heliks ganda pada bagian kristalin granula pati. Kandungan amilopektin yang tinggi membuat produk menjadi lebih lengket, lebih basah, dan cenderung sedikit menyerap air. Amilopektin berperan dalam memberikan viskositas, stabilitas, dan kekuatan mengental yang tinggi pada produk (Pramesti et al., 2015).

Dalam konteks tekstur, produk dengan kadar amilosa tinggi umumnya menghasilkan tekstur yang keras dan pejal akibat pengembangan pati yang terbatas, sedangkan pati yang dominan a. milopektin menghasilkan tekstur yang lebih lengket dan lembut. Rasio kandungan amilosa dan amilopektin sangat menentukan karakteristik fisik seperti kekerasan, kekenyalan, kejernihan gel, serta kestabilan produk selama penyimpanan (retrogradasi) (Pramesti et al., 2015).

4.2.3 Respon Organoleptik Cookies

4.2.3.1 Warna Cookies

Warna pada produk pangan adalah atribut organoleptik yang sangat penting dan berperan sebagai indikator visual pertama yang dinilai oleh konsumen. Warna

pangan bukan hanya berfungsi sebagai daya tarik estetika, tetapi juga memiliki fungsi teknis sebagai indikator kematangan, kesegaran, dan kesempurnaan proses pengolahan. Misalnya, pada buah-buahan dan sayuran, warna yang cerah menandakan kesegaran dan kematangan, sedangkan pada produk yang melewati proses penggorengan, warna coklat dapat menunjukkan tingkat kematangan yang diinginkan. Warna pangan dapat diperoleh secara alami dari pigmen seperti karotenoid, antosianin, betalain, dan klorofil yang secara langsung berkontribusi terhadap karakteristik visual produk. Selain itu, pewarna makanan juga digunakan untuk mengembalikan warna yang hilang atau memudar selama pengolahan dan penyimpanan, sehingga meningkatkan daya tarik dan penerimaan konsumen (Nugraheni, 2012).

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variansi (ANAVA) pada lampiran, menunjukkan bahwa korelasi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berpengaruh nyata terhadap warna *Cookies*. dapat dilihat pada tabel 32.

Tabel 27. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Warna

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata	Taraf Nyata 5%
x ₁ (0%)	4,02	b
x ₂ (10%)	4,14	bc
x ₃ (20%)	4,24	c
x ₄ (30%)	4,22	bc
x ₅ (40%)	3,82	a
x ₆ (50%)	3,64	a

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan Uji Lanjut Duncan 5%

Pada Tabel 27. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terjadi peningkatan nyata untuk atribut warna pada perlakuan x₁ terhadap x₂ dan terhadap x₃, tetapi terjadi penurunan nyata pada

perlakuan x_4 terhadap x_5 dan terjadi penurunan tidak berbeda nyata dari perlakuan x_5 terhadap x_6 . Dalam hal atribut warna nilai tertinggi terdapat pada perlakuan x_3 . Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi warna pada *Cookies* akan semakin gelap berdasarkan hasil produk.

Warna coklat pada *Cookies* terutama disebabkan oleh reaksi Maillard dan karamelisasi yang terjadi selama proses pemanggangan. Reaksi Maillard merupakan interaksi antara gula pereduksi dengan gugus amino dari protein pada suhu tinggi, menghasilkan senyawa melanoidin yang berwarna coklat dan menjadi penyebab utama perubahan warna pada produk bakery seperti *Cookies*. Selain itu, kandungan protein yang lebih tinggi dalam adonan memperkuat intensitas reaksi ini sehingga warna coklat menjadi lebih pekat (Cicilia et al., 2021).

Penambahan tepung koro dalam adonan *Cookies* juga berpengaruh terhadap perubahan warna. Tepung koro, terutama jika difermentasi, dapat memiliki warna dasar yang lebih gelap dibandingkan tepung terigu biasa, yang kemudian mempengaruhi warna akhir *Cookies*. Perbedaan sifat fisik dan kimia tepung hasil fermentasi, seperti tingkat kecerahan yang cenderung lebih rendah, berkontribusi terhadap warna coklat yang lebih pekat pada produk akhir (Cicilia et al., 2021).

4.2.3.1 Aroma *Cookies*

Aroma merupakan salah satu atribut penting dalam uji organoleptik yang dinilai melalui indera penciuman dan memiliki peran krusial dalam membentuk persepsi keseluruhan terhadap produk pangan. Aroma berasal dari senyawa volatil yang mudah menguap, yang terbentuk akibat reaksi kimia, aktivitas enzimatik, atau interaksi alami antara komponen-komponen seperti karbohidrat, protein, dan lemak

dalam bahan pangan. Kehadiran aroma yang menarik dapat meningkatkan selera konsumen sekaligus memengaruhi penerimaan produk secara signifikan. Pengujian aroma secara organoleptik dilakukan oleh panelis yang memberikan penilaian subjektif terkait kesukaan atau ketidaksukaan terhadap produk, sehingga membantu produsen dalam mengoptimalkan mutu dan daya tarik produk yang dihasilkan. (Khalisa et al., 2021)

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variansi (ANOVA) pada lampiran, menunjukkan bahwa korelasi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi tidak berpengaruh nyata terhadap aroma *Cookies*. dapat dilihat pada tabel 33.

Tabel 28. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Aroma

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata
x ₁ (0%)	4,45
x ₂ (10%)	4,27
x ₃ (20%)	4,37
x ₄ (30%)	4,16
x ₅ (40%)	4,04
x ₆ (50%)	3,57

Pada Tabel 28. dapat diketahui bahwa pada atribut aroma penambahan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi tidak berpengaruh nyata antar perlakuannya dan didapatkan nilai tertinggi pada atribut aroma pada perlakuan x₁. Pada tabel di atas menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata antar produk dikarenakan aroma yang berasal dari margarin dan palm sugar dominan pada produk *Cookies* sehingga tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Aroma *Cookies* dengan penambahan tepung kacang koro pedang tidak terlalu berpengaruh karena adanya karakteristik aroma langu khas kacang koro yang cenderung stabil meskipun ditambahkan pada komposisi adonan. Aroma

langu ini berasal dari senyawa volatil yang terbentuk akibat aktivitas enzim lipoksigenase yang menghidrolisis lemak kacang dan menghasilkan senyawa seperti etil fenil keton yang memberikan bau langu tersebut. Proses pengolahan yang dilakukan juga belum dapat menghilangkan aroma langu ini secara signifikan, sehingga penambahan tepung kacang koro pedang meskipun meningkatkan kandungan protein dan serat, tidak menimbulkan perubahan aroma yang drastis pada *Cookies* (Pertiwi et al., 2018).

Penambahan margarin, vanili, dan gula palem pada *Cookies* berperan dalam membentuk aroma khas yang relatif dominan sehingga dapat *menutupi atau meredam* perbedaan aroma dari bahan tambahan lain seperti tepung kacang koro pedang. Margarin mengandung lemak dan senyawa volatil yang memberikan aroma gurih dan harum khas pada *Cookies*, yang cenderung stabil dan kuat sehingga aroma langu dari kacang koro pedang kurang tampak berpengaruh secara signifikan dalam uji organoleptik (Yasinta et al., 2021).

4.2.3.1 Rasa *Cookies*

Rasa dalam produk pangan menurut jurnal-jurnal Indonesia adalah persepsi sensorik yang terjadi ketika senyawa kimia dalam makanan berinteraksi dengan reseptor pengecap di lidah dan bagian rongga mulut lainnya. Rasa mencakup lima rasa dasar yaitu manis, asin, asam, pahit, dan umami, yang menjadi dasar penilaian konsumen terhadap citarasa suatu produk. Selain itu, rasa merupakan bagian dari citarasa yang lebih kompleks, karena citarasa merupakan hasil kerja sama dari panca indera, termasuk indera pengecap (rasa), pencium (aroma), penglihatan (warna dan penampakan), perabaan (tekstur), dan pendengaran (suara makanan saat

dikunyah) dalam membentuk pengalaman konsumsi yang utuh (Rahmadhanimara et al., 2022).

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi (ANAVA) pada lampiran, menunjukkan bahwa korelasi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berpengaruh nyata terhadap rasa *Cookies*. dapat dilihat pada tabel 34.

Tabel 29. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Rasa

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata	Taraf Nyata 5%
x ₁ (0%)	4,77	d
x ₂ (10%)	4,89	d
x ₃ (20%)	4,12	c
x ₄ (30%)	3,67	c
x ₅ (40%)	3,45	b
x ₆ (50%)	3,21	a

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan Uji Lanjut Duncan 5%

Berdasarkan tabel 29. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terjadi peningkatan tidak berbeda nyata pada perlakuan x₁ terhadap x₂ yang diikuti penurunan pada perlakuan x₂ terhadap x₃, x₄, x₅, dan x₆. Tetapi terjadi penurunan tidak berbeda nyata perlakuan x₃ terhadap x₄ Dalam hal atribut rasa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan x₂. Konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi akan memengaruhi rasa pada *Cookies*, dimana semakin banyak konsentrasi kacang koro pedang termodifikasi akan memberikan rasa khas kacang koro yang lebih dominan (*nutty*).

Berdasarkan penelitian Pertiwi et al., (2018) Penambahan konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi dalam pembuatan *Cookies* berpengaruh signifikan terhadap sifat rasa produk akhir. *Cookies* yang menggunakan tepung kacang koro pedang termodifikasi cenderung memiliki rasa khas yang berbeda dari

Cookies berbahan tepung terigu biasa, biasanya ditandai dengan rasa pahit dan asam akibat kandungan senyawa seperti asam sianida dan penurunan pH dalam tepung kacang koro pedang termodifikasi. Penambahan tepung koro secara penuh (100%) menimbulkan rasa pahit dan aroma langu yang kurang disukai panelis, namun dengan penambahan tepung maizena sebagai pencampur (misalnya perbandingan 60:40 tepung koro dengan tepung maizena), rasa pahit dan aroma langu tersebut dapat berkurang sehingga meningkatkan tingkat kesukaan rasa *Cookies*.

4.2.3.3 Tekstur *Cookies*

Tekstur merupakan sifat penting pada produk pangan yang sangat memengaruhi tingkat penerimaan konsumen. Tekstur terutama berkaitan dengan kesan yang dirasakan di mulut selama proses mengunyah dan mencecap, seperti kerenyahan, kekerasan, kerapuhan, dan kelengketan. Dalam pangan padat, tekstur bersifat dinamis karena makanan dapat berubah bentuk selama dikunyah, berbeda dengan pangan cair yang cenderung mempertahankan bentuknya. Proses mengunyah yang berlangsung lama pada pangan padat juga membuat tekstur menjadi faktor penentu kesukaan dan kenyamanan konsumsi (Purnomo, 2014).

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi (ANAVA) pada lampiran, menunjukkan bahwa korelasi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berpengaruh nyata terhadap tekstur *Cookies*. dapat dilihat pada tabel 35.

Tabel 30. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut Tekstur

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata	Taraf Nyata 5%
x ₁ (0%)	4,37	d
x ₂ (10%)	4,59	e
x ₃ (20%)	4,07	c
x ₄ (30%)	3,95	c
x ₅ (40%)	3,57	b
x ₆ (50%)	3,35	a

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan Uji Lanjut Duncan 5%

Pada Tabel 30. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terjadi peningkatan nyata pada perlakuan x₁ terhadap x₂ yang diikuti penurunan pada perlakuan x₂ terhadap x₃, x₄, x₅, dan x₆. Tetapi terjadi penurunan tidak berbeda nyata pada perlakuan x₃ terhadap x₄. Dalam hal atribut tekstur nilai tertinggi terdapat pada perlakuan x₂. Konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi akan memengaruhi tekstur pada *Cookies*, dimana berdasarkan hasil penelitian semakin banyak konsentrasi kacang koro pedang termodifikasi pada *Cookies* maka *Cookies* tersebut semakin mudah rapuh.

Penambahan tepung yang difermentasi dalam pembuatan *Cookies* dapat menyebabkan tekstur *Cookies* menjadi lebih rapuh dan mudah hancur. Hal ini terjadi karena fermentasi mengubah struktur pati dan protein dalam tepung menjadi bentuk yang lebih terurai atau terdegradasi. Selama proses fermentasi, mikroorganisme menghasilkan enzim seperti amilase dan protease yang memecah molekul pati dan protein menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pemecahan ini menyebabkan ikatan kimia dan fisik dalam adonan menjadi lebih lemah sehingga struktur kukis yang terbentuk saat pemanggangan tidak kuat dan kurang kohesif (Kharismahadi, 2023)

Konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi menghasilkan tekstur *Cookies* yang disukai karena kombinasi ini mampu menyatukan keunggulan kedua bahan secara optimal. Tepung terigu memiliki kandungan gluten yang berperan penting dalam membentuk jaringan gluten yang elastis dan kuat, sehingga memberikan struktur yang kokoh dan tekstur yang tidak mudah rapuh pada *Cookies* dan dengan penambahan tepung kacang koro pedang termodifikasi dalam pembuatan *Cookies* menyebabkan tekstur *Cookies* menjadi lebih lunak karena fermentasi yang dilakukan pada tepung kacang koro pedang termodifikasi mengubah struktur pati dan protein menjadi lebih terurai. Pati yang terdegradasi kurang mampu membentuk gel dan memberikan kekuatan pada adonan. Protein yang terpecah oleh enzim selama fermentasi juga kehilangan kemampuannya untuk membentuk jaringan penyangga dalam adonan. Hasilnya, *Cookies* yang dibuat dengan tambahan tepung kacang koro termodifikasi memiliki jaringan yang lemah dan rentan patah saat digigit atau ditekan (Syahputri & Wardani, 2015).

4.2.3.4 After taste Cookies

Aftertaste adalah kesan atau sensasi rasa yang tertinggal dan dirasakan di mulut, terutama di bagian belakang rongga mulut atau kerongkongan, setelah produk pangan atau minuman ditelan. Aftertaste dapat berupa rasa pahit, manis, sepat, atau rasa lain yang muncul setelah proses mengunyah atau menelan selesai. Dalam konteks produk pangan, aftertaste menjadi atribut penting dalam pengujian sensori karena mempengaruhi tingkat kepuasan dan penerimaan konsumen terhadap suatu produk. Aftertaste yang baik biasanya bersifat bersih dan menyenangkan, sementara aftertaste yang kuat atau pahit dianggap kurang disukai.

Beberapa penelitian menjelaskan bahwa aftertaste juga mencerminkan kualitas dan karakteristik senyawa yang terkandung dalam produk, seperti kandungan kafein dan fenol pada kopi yang dapat memengaruhi aftertaste pahit (Warda et al., 2023).

Berdasarkan hasil perhitungan analisis variasi (ANOVA) pada lampiran, menunjukkan bahwa korelasi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berpengaruh nyata terhadap *after taste Cookies*. dapat dilihat pada tabel 36.

Tabel 31. Hasil Analisis Uji Organoleptik Atribut *After taste*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata	Taraf Nyata 5%
x ₁ (0%)	4,77	e
x ₂ (10%)	4,75	e
x ₃ (20%)	4,19	d
x ₄ (30%)	3,60	c
x ₅ (40%)	3,10	b
x ₆ (50%)	2,77	a

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata berdasarkan Uji Lanjut Duncan 5%

Pada Tabel 31. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terjadi penurunan tidak berbeda nyata pada perlakuan x₁ terhadap x₂ yang diikuti penurunan pada perlakuan x₂ terhadap x₃, x₄, x₅, dan x₆. Dalam hal atribut *after taste* nilai tertinggi terdapat pada perlakuan x₁. dimana berdasarkan tabel di atas dapat diketahui semakin banyak konsentrasi kacang koro pedang termodifikasi nilai dari panel semakin kecil yang artinya tidak disukai oleh panelis karena terdapat sedikit *after taste* asam oleh pengaruh fermentasi yang dapat menurunkan pH produk.

Penurunan nilai aftertaste ini berkaitan erat dengan karakteristik kimia dan sensori dari tepung kacang koro pedang yang difermentasi. Menurut (Pertiwi et al., 2018), tepung koro pedang mengandung senyawa-senyawa seperti alkaloid, tanin,

dan komponen volatil lain yang dapat menghasilkan rasa sisa (aftertaste) pahit, getir, atau bahkan sepat setelah produk ditelan. Selain itu, proses fermentasi memang dapat menurunkan kadar senyawa antinutrisi, namun beberapa senyawa hasil degradasi selama fermentasi justru dapat berkontribusi pada peningkatan intensitas aftertaste yang unik dan terkadang kurang disukai konsumen. Dengan bertambahnya konsentrasi tepung koro pedang dalam adonan *Cookies*, akumulasi senyawa-senyawa tersebut menjadi semakin dominan, sehingga panelis lebih merasakan sensasi aftertaste pahit atau langu yang tertinggal setelah menelan produk.

Penambahan tepung kacang koro pedang yang difermentasi dalam pembuatan *Cookies* dapat mempengaruhi aftertaste dengan munculnya sensasi aftertaste asam yang khas. Proses fermentasi pada tepung kacang koro pedang meningkatkan aktivitas mikroba yang menghasilkan senyawa asam, sehingga terjadi penurunan pH dan peningkatan derajat keasaman pada tepung hasil fermentasi. Asam-asam organik ini menimbulkan aftertaste asam pada produk akhir, yang biasanya semakin terasa seiring meningkatnya konsentrasi tepung fermentasi dalam adonan. Selain itu, fermentasi juga memodifikasi profil asam amino dalam tepung, termasuk peningkatan kadar asam amino bebas yang sebagian dapat memberikan rasa pahit dan asam (Zahrah et al., 2025)

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai : (5.1) Kesimpulan dan (5.2) Saran

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil Penelitian respon kimia dapat diketahui konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi **berkorelasi** sangat kuat dengan kadar protein dimana nilai $r = 0,9452$, kadar karbohidrat berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan negatif dimana nilai $r = -0,9408$, kadar lemak berkorelasi kuat dengan arah hubungan negatif dimana $r = -0,6697$, kadar air berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan positif dimana $r = 0,8665$, kadar abu berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan negatif dimana $r = 0,9398$, nilai pH berkorelasi sangat kuat dengan arah hubungan negatif dimana $r = -0,8736$
2. Berdasarkan hasil Penelitian respon Fisik dapat diketahui konsentrasitepung kacang koro pedang termodifikasi **berkorelasi** sangat kuat dengan arah hubungan negatif dimana $r = -0,9528$.
3. Berdasarkan hasil Penelitian respon organoleptik konsentrasi tepung kacang koro pedang Termodifikasi **mempengaruhi** penerimaan konsumen. Pada atribut warna yang memiliki nilai tinggi pada konsentrasi 20%, pada atribut aroma dan aftertaste yang memiliki nilai paling tinggi pada konsentrasi 0% (Kontrol), Pada atribut rasa dan tekstur yang memiliki nilai paling tinggi pada konsentrasi 10%.
4. Berdasarkan hasil modifikasi tepung kacang koro pedang termodifikasi menunjukkan bahwa tepung kacang koro pedang termodifikasi mengalami

perubahan dalam karakteristik kimia dengan memiliki kadar air 8,95%, kadar pati 38,8%. kadar protein 23,46%. kadar HCN 0,43 mg/kg, kadar abu 2,60%, kadar lemak 8,26%, dan pengukuran pH 4,9. Pada kadar air, kadar protein, dan kadar lemak mengalami kenaikan pada tepung kacang koro pedang termodifikasi. Untuk kadar pati, kadar HCN, kadar abu, dan pengukuran pH mengalami penurunan.

5.2 Saran

1. Kadar serat berperan dalam karakteristik fisik dan organoleptik yang secara keseluruhan dapat mempengaruhi daya terima dan kualitas *Cookies* sehingga pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan uji kadar serat pada produk *Cookies*.
2. Pemanggangan adalah proses penting yang mempengaruhi sifat fisik, kimia, dan organoleptik *Cookies* sehingga perlu dilakukan penelitian mengenai optimasi proses pemanggangan pada *Cookies*
3. Pada uji organoleptik atribut *after taste* mengalami penilaian yang menurun seiring meningkatnya konsentrasi tepung kacang koro pedang sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi *after taste* yang dapat diterima oleh konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditia, R. (2021). *Empat Inovasi Olahan Makanan Sehat Ala Anak Bangsa*. Guepedia.
- Ahmad, A. F., CH, W., DN, F., & NE, S. (2019). Hubungan antara Kandungan Karbohidrat dan Indeks Glikemik pada Pangan Tinggi Karbohidrat. *Jurnal Pangan*, 28(2), 145–160.
- Aini Amalia Nailufar, Basito, C. A. (2012). Available online at www.ilmupangan.fp.uns.ac.id. *Jurnal Teknosains Pangan Vol 2 No 2 April 2013*, 1(1), 41–48. <https://pdfslide.net/documents/15-kajian-karakteristik-ketan-hitam-aini-et-al.html>
- Alifianita, N., & Sofyan, A. (2022). Kadar air, Kadar protein, dan Kadar Serat Pangan pada Cookies dengan Substitusi Tepung Ubi Jalar Ungu dan Tepung Rebung. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 12(2), 37–45.
- Alimahana, F., Kartika, I., Utami, A. W., Cahyanto, M. N., & Utami, T. (2023). Fermentasi Sari Koro Pedang Putih (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) dengan Penambahan Sukrosa dan Susu Skim. *AgriTECH*, 43(2), 116. <https://doi.org/10.22146/agritech.62345>
- Amalia, E. (2024). *Korelasi Konsentrasi Starter Lactobacillus plantarum ATCC 8014 Terhadap Karakteristik Tepung Kacang Koro Pedang (Canavalia ensiformis) Termomodifikasi* (Vol. 15, Issue 1).
- Amalia, I. W., Nurnanda, D., Hendrianie, N., & Darmawan, R. (2020). Proses Pembuatan Asam Sitrat dari Molasses dengan Metode Submerged Fermentation. *Jurnal Teknik ITS*, 8(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v8i2.45960>
- Anindita, R., & Sari, A. E. (2023). Uji Angka Lempeng Total (ALT) dan PH pada Produk Inovasi Minuman Probiotik Jalembi (Jambu Merah, Lemon, Melon, Bit) dengan Starter Lactobacillus plantarum. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 8(2), 77–86. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v8i2.515>
- Anwar, A. (2009). Statistika untuk Penelitian Pendidikan dan Aplikasinya dengan SPSS dan Excel. In *IAIT Press*.
- Aryani, T., & Widyantara, A. B. (2019). Pengaruh Waktu Penyimpanan Inokulum Escherichia coli dan Staphylococcus aureus Pada Suhu Dingin Terhadap Jumlah Sel Bakteri di Laboratorium Mikrobiologi. *Jurnal Penelitian Sains*, 21(3), 163–167. <http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/index>
- Ashari, D., Wahyuni, S., Fitri Faradilla, R., Ilmu dan Teknologi Pangan, J., Pertanian, F., & Halu Oleo, U. (2018). The Effect of Modification Process on Modified Taro Flour Characteristics. *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 3(6),

1736–1744.

- Badan Pusat Statistika. (2024). *Rata-rata Konsumsi dan Pengeluaran Perkapita Seminggu Menurut Komoditi Makanan dan Golongan Pengeluaran per Kapita Seminggu di Provinsi Jawa Barat*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjE2OCMx/rata-rata-konsumsi-dan-pengeluaran-perkapita-seminggu-menurut-komoditi-makanan-dan-golongan-pengeluaran-perkapita-seminggu-di-provinsi-jawa-barat-2018-2024.html>
- Badan standarisasi Nasional. (1990). *Vanili* (SNI 01-001). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan standarisasi Nasional. (1991). *Natrium Bikarbonat* (SNI 06-213). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan standarisasi Nasional. (2008). *Mutu Telur Ayam* (SNI 3926:2). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan standarisasi Nasional. (2010). *Gula* (SNI 31402:). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan standarisasi Nasional. (2014). *Margarin* (SNI 3541:2). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan standarisasi Nasional. (2016). *Garam Konsumsi Beriodium* (SNI 3556:2). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan standarisasi Nasional. (2018). Tepung Terigu Sebagai Bahan Baku. In *SNI 3751:2018* (SNI 3751:2). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan standarisasi Nasional. (2021). *Gula Palma* (SNI 3743:2). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan standarisasi Nasional. (2022). Biskuit. In Jakarta (Ed.), *SNI 2973:2022*. Badan Standarisasi Nasional.
- Basarang, M., Rauf, D., & Dantuma, Y. (2017). *Uji bakteriologis kelayakan pangan kue pia gorontalo tidak bermerek yang diperjualbelikan di pasar sentral kota gorontalo*. 2, 1–6.
- Bintoro, V. P., Pramono, Y. B., Megananda, R. C., Naznen, O., & Santoso, O. Z. P. (2023). *Di Balik Sianida Koro Butir Kecil Penuh Nutrisi*. CV Bintang Semesta Media.
- Chan, L. A. (2008). *Panduan Wirausaha Membuat Roti Modern*. AgroMedia Pustaka.
- Cicilia, S., Basuki, E., Alamsyah, A., Yasa, I. W. S., Dwikasari, L. G., & Suari, R. (2021). Sifat Fisik Dan Daya Terima Cookies Dari Tepung Biji Nangka Dimodifikasi. *Jurnal Prosiding Saintek*, 3, 9–10. <https://jurnal.lppm.unram.ac.id/index.php/prosidingsaintek/article/view/264>

- Damaiyanti, P., & Murdiati, A. (2020). *Pengaruh Perendaman Koro Pedang terhadap Karakteristik Cookies*. Universitas Gadjah Mada.
- Damayanti, I. D. A. B., Wisaniyasa, N. W., & Widarta, I. W. R. (2019). *Studi Sifat Fisik, Kimia, Fungsional, Dan Kadar Asam Sianida*. 8(3), 238–247.
- Damayanti, S., Bintoro, V. P., & Setiani, B. E. (2020). Pengaruh Penambahan Tepung Komposit Terigu, Bekatul Dan Kacang Merah Terhadap Sifat Fisik Cookies. *Journal of Nutrition College*, 9(3), 180–186. <https://doi.org/10.14710/jnc.v9i3.27046>
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2017). *Fennema's Food Chemistry (5th ed.)*. CRC Press.
- Desniar, Setyaningsih, I., & Fransiska, I. M. (2023). Change of Chemical and Microbiological During the Fermentation of Bekasam Nile Tilapia Fish Using Single and Mixed Starters. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 26(3), 414–424. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v26i3.50664>
- Dewi, D. P., Fatimah, F., Zakiyah, Z., Sari, M. P., Minda, S., & Maliran. (2021). Cookies tepung beras merah (*Oryza Nivara*) dan tepung kacang koro pedang (*Canavalia Ensiformis*) dilihat dari kadar proksimat dan sifat organoleptik. *Seminar Nasional UNRIYO*, 170–177.
- Dwi, W. K., & Wulandari, A. (2022). Analisa Proksimat Cookies Dengan Substitusi Tepung Lokal. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 16(1), 96–103. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v16i1.12562>
- Eveline, Diana, N., & Moh.Taufik. (2019). *Formulation of Cookies Fortified With Tempeh Flour and*. 01(02), 245–260.
- Fadlilah, H., & Mirasa, A. (2022). *Jenis Air Rendaman pada Singkong (Manihot esculenta) Terhadap Penurunan Kadar Asam Sianida (HCN) The Type Of Soaking Water In Cassava (Manihot esculenta) To Decrease On Hydrogen Cyanide (HCN) Reduction Level*. 12(2), 146–152. <https://doi.org/10.47718/jkl.v10i2.1185>
- Fitri, A., Rahim, R., Nurhayati, Aziz, Pagiling, S. L., Natsir, I., Munfarikhatin, A., Simanjuntak, D. N., HUatgaol, K., & Anugrah, N. E. (2023). Dasar-dasar Statistika untuk Penelitian. In *Yayasan Kita Menulis*. [https://repository.unugiri.ac.id:8443/id/eprint/4882/1/Anisa %2C Buku Dasar-dasar Statistika untuk Penelitian.pdf](https://repository.unugiri.ac.id:8443/id/eprint/4882/1/Anisa%20Buku%20Dasar-dasar%20Statistika%20untuk%20Penelitian.pdf)
- Garnida, Y. (2020). *Uji Inderawi & Sensori Pada Industri Pangan*. Manggu Makmur Tanjung Lestari.
- Gayati, I. A. P. (2014). Pemanfaatan Tepung Kacang Koro Pedang (*Canavalia Ensiformis* [L.] Dc) Dan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Pada Cookies Ditinjau Dari Sifat Fisiko Kimia Dan Sensori The Use Of Jack Bean Flour (*Canavalia Ensiformis* [L.] Dc) And Modified Cassava Flour I. *Universitas Katolik Soegijapranata*.

- Gilang, R., Affandi, D. R., & Ishartani, D. (2013). Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) Dengan Variasi Perlakuan Pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3), 34–42.
- Granito, M., Torres, A., Frias, J., & Guerra, M. (2002). Influence of Fermentation on The Nutritional Value of Two Varieties of *Vigna Sinensis*. *European Journal of Food Resource Technology*, 220, 176–181.
- Gusti Ayu Dewi Lestari, Kepen, N. W. N. K. Van, Cahyadi, K. D., & Esati, N. K. (2024). Fakultas Teknik-UNIVERSITAS WAHID HASYIM SEMARANG. *Inovasi Teknik Kimia*, 11(2), 99–103.
- Handito, D., Basuki, E., Saloko, S., Cicilia, S., & Suardani, N. K. N. (2022). Karakteristik Cookies dari Terigu dan Tepung jagung Fermentasi. *Prosiding Saintek*, 4(November 2021), 197–206.
- Hayati, R. (2017). Pengaruh Kadar Air dan Persamaan Model Bet untuk Prediksi Masa Simpan Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 9(1), 17–22. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v9i1.6149>
- Herastuti. (2017). Penetapan Kadar Lemak Margarin Merk X Dengan Kemasan dan Tanpa Kemasan dengan Metode Sokletasi. *Jurnal Analisis Farmasi*, 2, 258–262.
- Hidayat, J. P., Munfarida, S., & Hariyadi, A. (2025). *Fermentasi biji durian khas Kalimantan sebagai pengganti tepung terigu dengan metode perendaman berseri*. 19(1), 164–177. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v19i1.21756>
- Hidayati, S., Jaja, J., & Chairanna, I. (2020). Daya Hambat Larutan Baking Soda Konsentrasi 70% Terhadap Bakteri *Streptococcus Mutans* (in Vitro). *Jurnal Skala Kesehatan*, 11(1), 21–27. <https://doi.org/10.31964/jsk.v11i1.234>
- Hidayatulloh, A., Gumilar, J., & Harlia, E. (2019). Potensi Senyawa Metabolit Yang Dihasilkan *Lactobacillus plantarum* ATCC 8014 Sebagai Bahan Biopreservasi Dan Anti Bakteri Pada Bahan Pangan Asal Hewan. *Jitp*, 7(2), 1–6.
- Horwitz, W. and L. G. W. L. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL 18th Edition, 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL 18th Edition, 2005*, 4–5. https://www.academia.edu/43245633/Official_Methods_of_Analysis_of_AOAC_INTERNATIONAL_18th_Edition_2005
- Imawan, M. L., Anandito, R. B. K., & Siswanti, S. (2020). KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA DAN SENSORI COOKIES BERBAHAN DASAR TEPUNG KOMPOSIT UWI (*Dioscorea alata*), KORO PEDANG (*Canavalia ensiformis*) DAN TEPUNG TERIGU. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 12(1), 18. <https://doi.org/10.20961/jthp.v12i1.24072>
- Islami, R., Prangdimurti, E., Muhandri, T., & Adawiyah, D. R. (2025). *Efek berbagai pretreatment koro pedang kupas terhadap kadar HCN , proksimat*

- dan karakteristik fisik tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis*). 19(1), 11–18. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v19i1.23405>
- Isya Syamsu, A. S., Firdaus, S., & Imran, A. (2015). Pembuatan Nata De Rice Dari Air Cucian Beras Dalam Beberapa Konsentrasi Dengan Bakteri *Acetobacter xylinum*. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, 7(1), 85–92. <https://doi.org/10.33096/jifa.v7i1.25>
- Kementan. (2022). *Kementan: Maggot dan Koro Pedang Berpotensi untuk Bahan Pakan Ternak*. Direktorat Jenderal Peternakan Dan Kesehatan Hewan. <https://ditjenpkh.pertanian.go.id/berita/1427-kementan-maggot-dan-koro-pedang-berpotensi-untuk-bahan-pakan-ternak>
- Khafiza, S. R., Fadillah, R. M., Ghani Azis, A., Aliffia, N., Nuraisyah, S. H., Ayu, N., Putri, M., Krisman Harefa, W., Siti Nurlaela, R., & Hastuti, A. (2025). Karakteristik Fisikokimia pada Minyak dan Lemak dari Sumber Nabati Hewani. *Karimah Tauhid*, 2(4), 1587–1595. https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:FSpz2PdatvQJ:scholar.google.com/+uji+kelarutan+lemak&hl=id&as_sdt=0,5
- Khalisa, K., Lubis, Y. M., & Agustina, R. (2021). Uji Organoleptik Minuman Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 6(4), 594–601. <https://doi.org/10.17969/jimfp.v6i4.18689>
- Kharismahadi, S. O. (2023). *Karakteristik Fisik, Kimia Dan Sensoris Cookies Dengan Penambahan Tepung Labu Kuning (Cucurbita Moschata Duch) Terfermentasi*. Universitas Semarang.
- Khatarina, S. (2018). Kajian Substitusi Tepung Umbi Suweg (*Amorphophallus campanulatus* B) pada Pembuatan Crackers terhadap Sifat Kimia dan Organoleptik. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 13(April), 15–38.
- Kidnem, D. M. M., Nurdjanah, S., Suharyono, & Zuidar, A. S. (2023). Kekerasan dan Sifat Sensori Snack Bar pada Berbagai Perbandingan Tepung Pisang Kepok dan Bekatul. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 2(1), 75–85.
- Kiftiyah, S. I. (2018). *Penentuan Bikarbonat Dalam Soda Kue Menggunakan Ekstrak Kubis Ungi (Brassica Oleracea) Sebagai Indikator Alami Secara Sequential Injection-Valve Mixing*. Universitas Brawijaya.
- Kinanthi Pangestuti, E., & Darmawan, P. (2021). Analysis of Ash Contents in Wheat Flour by The Gravimetric Method. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 2(1), 16–21. <https://doi.org/10.31001/jkireka.v2i1.22>
- Koswara, R. A. (2007). *Panduan Lengkap Berbisnis Kue Kering*. TransMedia.
- Kurniana, L. M. (2015). *KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN FUNGSIONAL TEPUNG KORO PEDANG (Canavalia ensiformis L.) TERMODIFIKASI DENGAN FERMENTASI MENGGUNAKAN Lactobacillus plantarum*.

- Kurniawati, K., & Ayustaningwarno, F. (2012). Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Tempe Dan Tepung Ubi Jalar Kuning Terhadap Kadar Protein, Kadar B-Karoten, Dan Mutu Organoleptik Roti Manis. *Journal of Nutrition College*, 1(1), 344–351. <https://doi.org/10.14710/jnc.v1i1.511>
- Lasaji, H., Assa, J. R., & Taroreh, M. I. R. (2023). Kandungan Protein, Kekerasan Dan Daya Terima Cookies Tepung Komposit Sagu Baruk (*Arenga microcarpa*) Dan Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Jurnal Teknologi Pertanian (Agricultural Technology Journal)*, 14(1), 57–71. <https://doi.org/10.35791/jteta.v14i1.51040>
- Lestari, C. A. (2023). *Pengaruh Substitusi Tepung Kacang Koro Pedang (Canavalia ensiformis) Terhadap Karakteristik Roti Tawar* (Vol. 1, Issue 1).
- Lu, P., & Hasanah, L. N. (2024). *Formulasi Dan Kandungan Gizi Cookies Gluten Free Casein Free (Gfcf) Berbahan Modified Cassava Flour (Mocaf), Garut Dan Tempe Koro*. 5(September), 10085–10092.
- Makmur, S. A. (2018). Penambahan Tepung Sagu dan Tepung Terigu pada Pembuatan Roti Manis. *Gorontalo Agriculture Technology Journal*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.32662/gatj.v1i1.161>
- Mamuaja, C. F. (2017). Lipida. In *Unsrat Press*. Unsrat Press. https://doi.org/10.1007/978-981-16-0610-6_5
- Marsigit, W., Bonodikum, & L, S. (2017). Pengaruh Penambahan Baking Powder dan Air terhadap Karakteristik Sensoris dan Sifat Fisisk Biskuit Mocaf. *Jurnal Agroindustri*, 7 NO. 1, 1–10.
- Martono, Y., Danriani, L. D., & Hartini, S. (2016). Pengaruh Fermentasi Terhadap Kandungan Protein Dan Asam Amino Pada Tepung Gapplek Yang Difortifikasi Tepung Kedelai (*Glycine max* (L)). *Jurnal Agritech*, 36(01), 56. <https://doi.org/10.22146/agritech.10684>
- Masдания Zurairah Siregar, Muhammad Adam, Abdul Azis, & Zaharuddin. (2022). Pengenalan Sifat Asam Basa Bahan Makanan Dengan Menggunakan Ph Indikator Dan Kertas Lakmus Di Yayasan Layar Dakwah. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 2(4), 1241–1248. <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalailmiah.v2i4.4310>
- Meilina, A., Nazarena, Y., & Hartati, Y. (2022). Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Nilai pH Dadih Fortifikasi Vitamin D3. *Jurnal Sehat Mandiri*, 17(1), 126–134. <https://doi.org/10.33761/jsm.v17i1.612>
- Mudjajanto, & Yulianti. (2004). *Membuat Aneka Roti*. Swadaya.
- Mujahanah, S., Zainuri, & Paramartha, D. N. A. (2024). Pengaruh Substitusi Tepung Terigu Dengan Tepung Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L.) Terhadap Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Cookies. *Edufood*, 2(1), 59–68. <https://repository.unja.ac.id/cgi/users/home?screen=EPrint::Edit&eprintid=42885&stage=core#t>

- Mulyati, A. H. D., Widiastuti, & M, B. F. (2016). Cookies Berbasis Tepung Biji Durian Sebagai Sumber Pangan Alternatif. *Program Studi Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan, No 5*.
- Murtini, E. S., Susanto, T., & Kusmawardani., R. (2012). Karakteristik Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Tepung Gandum Lokal Varietas Selayar, Nias dan Dewata. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 06(1), 57–65.
- Muthia Damayanti, W. H. (2020). Kekerasan pada produk pangan merupakan parameter tekstur yang menggambarkan daya tahan suatu produk terhadap gaya tekan atau kompresi sampai terjadi kerusakan atau pecah. Kekerasan merupakan besarnya gaya maksimum yang diperlukan untuk memecah produk pang. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 10(1), 24–33.
- Noor, Z., Cahyanto, M. N., Indrati, R., & Sardjono, S. (2018). Skrining *Lactobacillus plantarum* Penghasil Asam Laktat untuk Fermentasi Mocaf. *Agritech*, 37(4), 437. <https://doi.org/10.22146/agritech.18821>
- Novirisandi, R. (2012). *Kajian Viabilitas dan pola pertumbuhan Lactobacillus plantarum pada Variasi Konsentrasi Molase dan Waktu Inkubasi*. Universitas Airlangga.
- Nugraha, R. A. (2020). Pemanfaatan Tepung Pisang Kepok Putih Dan Tepung Kacang Hijau Dalam Pembuatan Crispy Cookies Sebagai Snack Sumber Serat Dan Rendah Natrium. *ARGIPA (Arsip Gizi Dan Pangan)*, 4(2), 94–106. <https://doi.org/10.22236/argipa.v4i2.4037>
- Nugraheni, M. (2012). Pewarna Alami Makanan dan Fungsi Potensialnya. *Seminar Nasional 2012 “Peningkatan Kompetensi Guru Dalam Menghadapi UKG,”* 1–11.
- Nur, A. L. (2016). *Pengaruh Substitusi Tepung Koro Pedang (Canavalia Ensiformis L) Terhadap Tingkat Pengembangan dan Daya Terima Donat*.
- Nurlaili, E. P., AA, R. Z., & Rosyada, Z. F. (2025). Pengembangan Produk Pangan Melalui Bahan Alternatif Dan Pengayaan Kandungan Gizi. *J@ti Undip: Jurnal Teknik Industri*, 20(1), 21–32. <https://doi.org/10.14710/jati.20.1.21-32>
- Nursalma, C. A., Setyowati, S., & Sitasari, A. (2021). Substitusi Tepung Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis* (L.) DC.) pada Pie Susu Ditinjau dari Sifat Organoleptik, Kandungan Gizi dan Unit Cost. *Puinovakesmas*, 2(1), 1–11. <https://doi.org/10.29238/puinova.v2i1.1061>
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). Buku Ajar Dasar-dasar Statistik Penelitian. In *Sibuku Media*.
- Nuryanto, C. (2013). *Suhu dan Waktu Pemanggangan Mempengaruhi Kandungan Protein, Lemak dan Kerenyahan Pada Pembuatan Cookies Tanah Liat dan Rumput Laut Merah (Kappaphycus alvarezii)*. Universitas Brawijaya.
- Ora, F. H. (2015). *Buku Ajar Struktur & Komponen Telur*. deepublish.

- Pangan, T. (2020). *J. Sains dan Teknologi Pangan (JSTP) 2020*. 5(5), 3358–3364.
- Panigoro, N., Ediwarman, Fitria, Y., Karim, I. I., Purnama, D. S., & Purnama, P. (2024). Karakteristik Proksimat Tepung Daun Tarum (*Indigofera zollingeriana*) Hasil Fermentasi *Aspergillus niger* Perbandingan Air Berbeda Sebagai Bahan Baku Pakan. *L Akuakultur Sungai Dan Danau*, 9(1), 97–104.
- Parhusip, A. jan N., & Gandhy, A. (2023). *Pangan Fungsional dan Ekonomi Sirkular Maggot*. Lakeisha.
- Pertiwi, S. R. R., Kusumaningrum, I., & Khasanah, U. (2018). Formulasi Crispy Cookies Berbahan Baku Tepung Kacang. *Jurnal Agroindustri Halal*, 4(1), 068–078.
- Pramesti, H. A., Siadi, K., & Cahyono, E. (2015). Analisis Rasio Kadar Amilosa, Amilopektin Dalam Amilum Dari Beberapa Jenis Umbi. *Indonesia Journal of Chemical Science*, 4(1), 1–5. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Pujiwanti, W., Purwidiani, N., Pangesthi, L. T., Handajani, S., Boga, P. T., & Surabaya, U. N. (2024). Pengaruh Substitusi Gula Palem Terhadap Sifat Organoleptik Egg Roll Tepung Kacang Koro Benguk. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa*, 2(2), 40–55. <https://doi.org/10.59841/intellektika.v2i2.941>
- Purnomo, E. H. (2014). HARPC : Texture of Snack Food. In *Dr. Eko Hari Purnomo: Vol. IX (Issue 07)*. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/79420>
- Purwanti, E., Djatmiko, R. D., & Prihanta, W. (2019). *Kacang Potensial Keanekaragaman, Konservasi, dan Pemanfaatan*. Universitas Muhammadiyah Malang.
- Putri, N. A., Herlina, H., & Subagio, A. (2018). Karakteristik Mocaf (Modified Cassava Flour) Berdasarkan Metode Penggilingan Dan Lama Fermentasi. *Jurnal Agroteknologi*, 12(01), 79. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v12i1.8252>
- Putro, N. T. L. (2012). *Kajian Kadar HCN dan Karakteristik Pati pada Tepung Koro Pedang (Canavalia Ensiformis)*. UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA.
- Rahayu, R., Haryani, S., & Yuliani, S. (2023). Perbandingan Pati Modifikasi Heat Moisture Treatment, Asetilasi dan Kombinasi Ganda. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 8(3), 394–401.
- Rahmadhanimara, R., Purwinarti, T., & S, N. M. W. (2022). Sensory Marketing: Aroma Dan Cita Rasa Terhadap Pembentukan Persepsi Konsumen (Studi Kasus: Gerai Roti O Di Stasiun Krl Commuter Line Jakarta Selatan). *EPIGRAM (e-Journal)*, 19(2), 162–173. <https://doi.org/10.32722/epi.v19i2.4977>
- Rahmi, Y., & Kusuma, T. S. (2020). *Ilmu Bahan Makanan*. UB Press.
- Romantica, E., Thohari, I., & Radiati, L. E. (2017). Effect on Fermentation Time to

- Water Content, Rendement, Foaming Capacity and Foaming Stability of Pan Drying Egg Powder. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 4, 1–8.
- Rosalima, P., Handayani, L. T., Perdana, A. C., Mappamasing, F., & Anggraeni, D. (2022). *Biskuit, kukis, wafer, & krekers*.
- Rosida, D. F., Putri, N. A., & Oktafiani, M. (2020). Karakteristik Cookies Tepung Kimpul Termodifikasi (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan Tapioka. *Agrointek: Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 14(1), 45–56.
- Rosman, R. (2005). Status dan Strategi Pengembangan Panili di Indonesia. *Prespektif*, 4 No. 2, 43–54.
- Rosmania, & Yanti, F. (2020). Perhitungan jumlah bakteri di Laboratorium Mikrobiologi menggunakan pengembangan metode Spektrofotometri. *Jurnal Penelitian Sains*, 22(2), 76–86.
- Sandrasari, D. A., & Chusna, A. C. (2020). Karakteristik Crispy Cookies Kaya Serat Berbahan Dasar Rumpun Laut. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Kesehatan (The Journal of Food Technology and Health)*, 2(2), 105–114. <https://doi.org/10.36441/jtepakes.v2i2.525>
- Septiaji, R. L., Karyantina, M., & Suhartatik, N. (2017). Karakteristik Kimia Dan Sensori Cookies Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan Variasi Penambahan Tepung Biji Alpukat (*Persea americana* Mill). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 2(2), 134–142.
- Septien, D. (2016). *Mempelajari Pembuatan Cookies Kaya Serat Dengan Bahan Dasar Tepung Asia Ubi Jalar*. Institut Pertanian Bogor.
- Setyawan, A.D., & Handayani, T. (2018). Pengaruh Suhu dan Media Kultur terhadap Pertumbuhan dan Produksi Bakteriosin oleh *Lactobacillus plantarum*. *Jurnal Mikroba Tropika Dan Kesehatan*, 10, 10–15.
- Soeparno. (2021). *Properti dan Teknologi Produk Susu*. Gadjah Mada University Press.
- Sri Budi Wahjuningsih, & Kunarto, B. (2013). Pembuatan Tepung Mokal Dengan Penambahan Biang Fermentasi Alami Untuk Beras Analog. *Journal of Petrology*, 369(1), 1689–1699. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003><https://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018><http://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005><http://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757>
- Suarti, B. (2023). *Pati Modifikasi dan Aplikasinya*. UMSU Press.
- Subagiyo, S., Margino, S., & Triyanto, T. (2016). Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Sumber Karbon, Nitrogen Dan Fosfor pada Medium deMan, Rogosa and Sharpe (MRS) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Terpilih Yang Diisolasi Dari Intestinum Udang *Penaeus*. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(3), 127.

<https://doi.org/10.14710/jkt.v18i3.524>

- Sudarmadji, S., Haryono, B., & Suhardi. (2018). *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty Press.
- Sulaiman, I., & Noviasari, S. (2023). *Teknologi Pengolahan Talas dan Aplikasinya*. Syiah Kuala University Press.
- Sulistya, A., Zihan, N., Angraini, N., Rahmawati, D., & Amir, M. (2024). *Menggunakan Metode Luff Schoorl*. 7(2).
- Suwayvia, N. (2016). *Produksi dan Karakterisasi Bakteriosin Lactobacillus plantarum serta Stabilitasnya terhadap Suhu dan pH*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Syahputri, D. A., & Wardani, A. K. (2015). Pengaruh Fermentasi Jali (Coix Lacryma Jobi-L) Pada Proses Pembuatan Tepung Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Cookies Dan Roti Tawar. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(3), 984–995.
- Syamsiana, A., Rizal, S., Erna, M., Astuti, S., Teknologi, J., Pertanian, H., Pertanian, F., Lampung, U., Prof, J., Sumantri, I., & No, B. (2024). *Formulasi kacang koro pedang (Canavalia ensiformis) dan kacang kedelai (Glycine max L .) terhadap total kapang , total khamir , dan sifat sensori tempe mosaccha Formulation of jack beans (Canavalia ensiformis) and soybeans (Glycine max L .) on total*. 3(2).
- Vaclavik, V. A., & Christian, E. W. (2008). *Essentials of Food Science*. Denton Campus.
- Wahyu, K. W. (2019). *KARAKTERISASI Lactobacillus plantarum LP-01 dan Lactobacillus acidophilus LA-01 DENGAN PARAMETER TOLERANSI TERHADAP LISOZIM, CAIRAN LAMBUNG SERTA GARAM EMPEDU & PENGUJIAN AKTIVITAS ENZIM Bile Salt Hidrolase*. Universitas Pasundan.
- Wahyuni, S., Khaeruni, A., Dahlan, A., Rahayu, A., & Salim, E. (2024). *Modifikasi tepung gadung (Dioscorea hispida Dennst .) dengan fermentasi ragi tape dan annealing serta aplikasinya pada pembuatan cookies*. 18(3), 693–704. <https://doi.org/10.21107/agrointek.v18i3.22107>
- Warda, H., Nawansih, O., Yuliana, N., & Nurdin, S. U. (2023). Preferensi Konsumen terhadap Pengembangan Produk Camilan Kopi. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 2(1), 64–74.
- Wikandari, P. R. (2012). Karakterisasi Bakteri Asam Laktat Proteolitik pada Bekasam. *Jurnal Ilmu Pangan*, 14(2).
- Yasinta, M. R., Handayani, C. B., & Afriyanti, A. (2021). Karakteristik Kimia, Fisik dan Organoleptik Cookies Tepung Mocaf Dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Lemak. *Journal of Food and Agricultural Product*, 1(1), 23. <https://doi.org/10.32585/jfap.v1i1.1455>

- Yohan, Astuti, F., & Wicaksana, A. (2018). *Chimica et Natura Acta. Chimica et Natura Acta*, 6(3), 111–115.
- Yuniar, E., Widianara, I. T., Zainal, H. D., & Sc, M. (2016). (*Canavalia Ensiformis*) Dengan Tepung Tapioka Dan Konsentrasi Kuning Telur Terhadap Karakteristik Cookies Koro. *Pasudan Food Tecnology Journal*, 5(1), 146–153.
- Yunita, M., Hendrawan, Y., Yulianingsih, R., Keteknikan, J., Fakultas, P. –, & Kunci, K. (2015). Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Pada Makanan Penerbangan (Aerofood ACS) Garuda Indonesia Berdasarkan TPC (Total Plate Count) Dengan Metode Pour Plate. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(3), 237–248.
- Yuwono, S. S., & Waziroh, E. (2019). *Teknologi Pengolahan Tepung Terigu dan Olahannya di Industri*. UB Press.
- Zahrah, F. M., Lunggani, A. T., & Laily, N. (2025). Karakteristik Mikrobiologis , Kimiawi dan Profil Asam Amino dari Sari Kacang Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) yang Difermentasi Menggunakan Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast (SCOBY). *Jurnal Teknologi Pangan*, 9(1), 28–36.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Kadar Protein

Metode Kjeldahl

(AOAC, 2005) :

Sebanyak 2 gram sampel dan 5 gram garam kjedahl. sampel dan campuran selenium dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan 25 mL H₂SO₄ pekat. Sampel tersebut kemudian dipanaskan hingga cairan berubah menjadi jernih dan tidak berasap, lalu didinginkan hingga warnanya menjadi bening. Larutan bening ini dipindahkan ke dalam labu takar dan ditera hingga mencapai volume 100 mL dengan menambahkan aquades. Sebanyak 10 mL larutan bening dari labu takar dipipet dan dimasukkan ke dalam labu penyuling, lalu ditambahkan 50 mL NaOH 30%. Labu penyuling segera dipasang pada alat destilasi. Di bagian bawah kondensor, diletakkan Erlenmeyer yang berisi 20 mL larutan HCL 0,1 N jenuh dan 3 tetes indikator (campuran 2 bagian 0,2% metilen merah dan 1 bagian 0,2% metilen biru dalam etanol 95%) hingga larutan berwarna ungu jernih. Ujung tabung kondensor harus terendam dalam larutan HCL 0,1 N, kemudian dilakukan destilasi hingga larutan berubah menjadi hijau jernih dan volumenya meningkat menjadi dua kali lipat. Destilat yang diperoleh kemudian dititrasi dengan NaOH hingga terjadi perubahan warna dari hijau jernih menjadi ungu jernih. Kadar protein dihitung menggunakan rumus berikut

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(\text{ml Blanko} - \text{ml titrasi}) \times \text{N NaOH} \times \text{FP} \times \text{BE Nitrogen}}{\text{g} \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

Keterangan :

V = volume

N = normalitas

fp = faktor pengenceran

fk = faktor konversi (6.25)

Lampiran 2. Analisa Kadar Lemak

Metode Ekstraksi (AOAC, 2005) :

Metode yang diterapkan untuk analisis lemak adalah ekstraksi soxhlet. Labu lemak yang akan digunakan dikeringkan dalam oven selama 30 menit, kemudian didinginkan dalam desikator selama 30 menit sebelum ditimbang. Kertas saring yang dilipat menjadi dua lapis dibentuk menjadi selongsong dan disumbat dengan kapas. Selanjutnya, sebanyak 5 gram sampel dimasukkan ke dalam selongsong, dan bagian atas selongsong disumbat dengan kapas sebelum ditutup. Selongsong tersebut kemudian dimasukkan ke dalam alat ekstraksi soxhlet dan dihubungkan dengan kondensor serta labu lemak. Alat kondensor diletakkan di atas, sementara labu lemak diletakkan di bawah. Sebanyak 150 mL pelarut hexana dimasukkan ke dalam labu lemak. Proses ekstraksi dilakukan selama 6 jam. Pelarut yang terdapat dalam labu lemak kemudian didestilasi dan ditampung kembali. Setelah itu, labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator selama 30 menit, dan ditimbang kembali. Kadar lemak dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Lemak (\%bb)} = \frac{W1-W2}{W} \times 100\%$$

Keterangan :

W = bobot sampel (g)

W1 = bobot labu + lemak (g)

W2 = Bobot labu (g)

Lampiran 3. Analisis Kadar Karbohidrat

By Difference (AOAC, 2005) :

Pengukuran kadar karbohidrat dilakukan dengan metode selisih, yaitu dengan cara mengurangi 100% dari total nilai kadar air abu (%bk), kadar protein (%bk), dan kadar lemak (%bk).

$$\% \text{ Kadar Karbohidrat} = 100\% - (\text{kadar air} - \text{kadar protein} - \text{kadar lemak} - \text{kadar abu})$$

Metode *Luff Schoorl* (Sulistya et al., 2024)

Timbang 2 gram bahan padat atau 2 mL bahan cair, masukkan ke labu Erlenmeyer 250 mL, tambahkan 10 mL HCl pekat dan didihkan selama 1,5 jam. Setelah itu, dinginkan dan netralkan dengan NaOH 30% menggunakan kertas lakmus. Tambahkan HCL pekat hingga larutan sedikit asam, lalu pindahkan ke labu ukur 100 mL, encerkan dengan aquades, dan saring. Ambil 10 mL filtrat, masukkan ke labu Erlenmeyer 100 mL, tambahkan 25 mL larutan Luff Schoorl, batu didih, 15 ml asam sulfat 6N, 1 gram KI, amilum dan 15 mL aquades. Titrasi dengan natrium tiosulfat hingga larutan berwarna putih, tambahkan indikator amilum saat titrasi selesai.

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(\text{ml Blanko} - \text{ml titrasi}) \times N \text{ NaOH} \times \text{FP} \times \text{BE Nitrogen}}{\text{g} \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

Lampiran 4. Analisis Kadar Air

Metode Gravimetri (AOAC, 2005)

Cawan porselen dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam. Setelah itu, cawan tersebut ditempatkan dalam desikator selama sekitar 15 menit dan dibiarkan hingga mencapai suhu ruang sebelum ditimbang. Cawan tersebut kemudian ditimbang kembali hingga beratnya stabil. Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5=2 jam atau hingga beratnya tidak berubah. Setelah proses pengeringan selesai, cawan tersebut dimasukkan kembali ke dalam desikator dan dibiarkan hingga mencapai suhu ruang, kemudian ditimbang lagi. Perhitungan kadar air dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W2-W1}{W2-W0} \times 100\%$$

Keterangan :

W0 = berat cawan kosong (g)

W2 = berat cawan yang diisi dengan sampel (g)

W1 = berat cawan dengan sampel yang sudah dikeringkan (g)

Lampiran 5. Analisis Kadar Abu

Metode Gravimetri (AOAC, 2005) :

Cawan porselen dipanaskan pada suhu 105°C selama 30 menit, kemudian didinginkan untuk mengetahui berat tetapnya. Sebanyak 5 gram sampel ditimbang ke dalam cawan porselen yang beratnya sudah diketahui. Selanjutnya, sampel

dipanaskan dalam tanur pada suhu 600°C selama 6 jam hingga abu yang dihasilkan berwarna putih. Setelah proses pemanasan selesai, cawan didinginkan dalam desikator. Kemudian, bobot cawan ditimbang kembali. Untuk menghitung kadar abu, digunakan rumus berikut:

$$\text{Kadar Abu (\%bb)} = \frac{(W_a - W_c)}{W_s} \times 100\%$$

Keterangan :

Ws = berat sampel sebelum diabukan (g)

Wc = berat cawan kosong (g)

Wa = berat akhir (g)

Lampiran 6 Analisis Kadar HCN

(Islami et al., 2025)

Sampel ditimbang sebanyak 5 gram, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer lalu ditambahkan 200 mL aquadest, setelah ditutup rapat lalu dibiarkan 2 jam. Selanjutnya dipindahkan kedalam labu destilasi dan dilakukan proses destilasi. Destilat ditampung dalam Erlenmeyer yang berisi 20 mL larutan NaOH 2,5%. Destilat dihentikan setelah proses sekitar 100 mL campuran destilat dalam larutan NaOH, lalu ke dalam destilat ditambahkan 8 mL NH₄OH 6N dan indikator KI 5% sebanyak 1 gram. Selanjutnya dilakukan titrasi dengan larutan AgNO₃ 0,02 N. TAT sampai terbentuk endapan keruh..

$$\text{HCN} = \frac{(V \text{ mL AgNO}_3 \text{ Sampel} - V \text{ mL AgNO}_3 \text{ blanko}) \times N \text{ AgNO}_3 \times 1,08 \times 1000}{\text{Berat Sampel}}$$

Lampiran 7 Respon Fisik (Kekerasan)

(Lasaji et al., 2023) :

Pengukuran kekerasan dan kerenyahan *Cookies* dilakukan Prinsip kerja penetrometer sebenarnya melihat berapa gaya tahan dari produk tersebut jika dikenakan gaya yang diberikan ketika pengukuran. Gaya yang ditahan tersebut akan dibagi dengan luas penampang penetro yang langsung bersentuhan dengan bahan yang diuji sehingga mendapatkan informasi tekanan dari tekstur buah yang sudah dilakukan pengukuran.

Lampiran 8. Respon Organoleptik

(Garnida, 2020)

Dalam pengujiannya, Panelis diberikan kuisioner dan diminta untuk memberikan penilaian menggunakan skala yang telah ditentukan, yaitu skala dari 1-6 yang mencerminkan tingkat kesukaan mereka terhadap setiap sampel, di mana angka yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kesukaan yang lebih besar. Setelah pengumpulan data, analisis statistik dilakukan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan signifikan dalam preferensi antara sampel yang diuji.

UJI HEDONIK					
Nama	:				
Tgl Pengujian	:				
Sampel	:	<i>Cookies</i>			
Instruksi	:	Berikan penilaian dengan memberikan nilai pada atribut produk <i>Cookies</i> yang sesuai dengan penilaian saudara berdasarkan skala penilaian pada tabel berikut :			
		Sangat Tidak Suka	1		
		Tidak Suka	2		
		Agak tidak Suka	3		
		Agak Suka	4		
		Suka	5		
		Sangat Suka	6		
KODE SAMPEL	Atribut				
	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	<i>After taste</i>
905					
498					
321					
517					
815					
639					

Lampiran 9. Prosedur Pengukuran pH

(Yunita et al., 2015)

Prosedur pengecekan pH pada sampel makanan dimulai dengan pengambilan sampel padat sebanyak 5 gram menggunakan sendok steril dari masing-masing plate, kemudian dimasukkan ke dalam plastik steril. Setelah itu, sampel ditimbang menggunakan timbangan digital untuk memastikan berat yang tepat. Selanjutnya, sampel yang telah ditimbang tersebut diencerkan menggunakan dengan aquadest sebanyak 45 ml hingga homogen. Setelah sampel menjadi encer, pH-nya diukur dengan menggunakan pH meter dengan cara memasukkan elektroda pH meter ke dalam sampel yang sudah encer. Hasil pengukuran pH kemudian dicatat sebagai nilai pH sampel makanan yang diuji.

Lampiran 10. Penentuan Jumlah Koloni Bakteri Metode *Total Plate Count* (TPC)

(Basarang et al., 2017)

Sebanyak satu oase bakteri dilarutkan dalam 9 mmL air steril sehingga di dapatkan pengenceran ke-1, kemudian dihomogenkan. Lalu larutan dipipet sebanyak mmL ke dalam cawan steril dan tabung reaksi 2 yang berisi 9 mL air steril. Perlakuan dilanjutkan hingga pengenceran ke-10. Kemudian setiap cawan petri ditambahkan 10 hingga 15 mL MRSA, dengan suhu 40 °C, cawa petri tersebut digerakkan di atas meja dengan menlingkar huruf 8 agar media MRSA merata. Setelah MRSA membeku, cawan petri diinkubasi dengan posisi terbalik dalam inkubator suhu 37°C selama 24 jam. Setelah masa inkubasi, dilakukan perhitungan total koloni

$$N = \frac{\text{Jumlah Koloni}}{(n1 + 0,1 \times n2) \times d}$$

Keterangan :

N = Jumlah koloni sampel, dinyatakan dalam CFU/ML

n1 = Jumlah cawan petri pada pengenceran pertama yang dihitung

n2 = Jumlah cawan petri pada pengenceran kedua yang dihitung

d = Pengenceran pertama yang di hitung

Lampiran 11. Uji McFarland

(Rosmania & Yanti, 2020)

Disiapkan larutan standar McFarland 0,5 dan suspensi bakteri uji yang akan diukur nilai Absorban nya. Yang pertama diukur, larutan McFarland 0,5 selanjutnya suspensi bakteri uji. Kalau nilai Absorban suspensi bakteri uji lebih besar, maka dilakukan pengenceran sehingga didapatkan nilai Absorban suspensi uji sama dengan larutan standar McFarland yaitu pada panjang gelombang 625 memberikan hasil nilai Absorban 0,08 – 0,1

Rumus Persamaan Regresi Linear

$$y = ax + b$$

y = Absorban (OD)

a dan b= Konstanta yang didapat dari garis linear

x = Jumlah sel bakteri

Lampiran 12. Anggaran Biaya dan Kebutuhan Analisis

Tabel 32. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Pendahulu

No	Bahan	Jumlah	satuan	Harga	Total Harga
1	Kacang Koro Pedang	2	Kg	Rp29,000	Rp58,000
2	Kultur <i>Lactobacillus plantarum</i>	1	Tabung	Rp325,000	Rp325,000
3	<i>Mann Rigorose Sharp Agar</i>	100	Gram	Rp512,640	Rp512,000
4	<i>Mann Rigorose Sharp Broth</i>	100	Gram	Rp242,250	Rp242,250
5	NaCl 0,85%	100	Mililiter	Rp11,500	Rp115,000
6	Uji McFarland	1	Sampel	Rp25,000	Rp25,000
7	<i>Total Plate Count</i>	1	Sampe	Rp25,000	Rp25,000
Total					Rp1,302,250

Tabel 33. Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama

No	Bahan	Jumlah	Satuan	Harga	Biaya
1	Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	1 kg	Kilogram	Rp -	Rp -
2	Tepung Terigu	1	Kemasan	Rp17,000	Rp17,000
3	Margarin	3	Kemasan	Rp16,500	Rp49,500
4	Gula	1	Kemasan	Rp10,500	Rp10,500
5	Telur	0,5 kg	Kilogram	Rp13,500	Rp13,500
6	Gula Palem	2	Kemasan	Rp17,000	Rp34,000
7	Garam	1	Kemasan	Rp5,000	Rp5,000
8	Baking Powder	1	Botol	Rp8,600	Rp8,600
9	Baking Soda	1	Botol	Rp6,100	Rp6,100
9	Vanili	2	Pack	Rp1,500	Rp3,000
Total					Rp147,200

Tabel 34. Kebutuhan Analisis

No	Analisis	Jumlah	Satuan	Harga	Biaya
1	Kadar Air	16	Sampel	Rp2,500	Rp40,000
2	Kadar Protein	16	Sampel	Rp55,000	Rp880,000
3	Kadar HCN	4	Sampel	Rp40,000	Rp160,000
4	Kadar Abu	16	Sampel	Rp5,500	Rp88,000
5	Kadar Lemak	16	Sampel	Rp35,000	Rp560,000
6	Kekerasan	12	Sampel	Rp5,000	Rp60,000
7	Kadar Pati	2	Sampel	Rp35,000	Rp70,000
Total					Rp1,858,000

Tabel 35. Total Rancangan Anggaran Biaya Penelitian

No	Keterangan	Jumlah
1	Penelitian Pendahuluan	Rp1,302,250
2	Penelitian Utama	Rp147,200
3	Analisis	Rp1,858,000
Total		Rp3,307,450

➤ **LAMPIRAN ANALISIS PENELITIAN TAHAP I**

Lampiran 13. Perhitungan Proses Fermentasi Tepung

Perbandingan Tepung Kacang Koro Pedang dengan Air 1 : 1

Tepung Kacang Koro Pedang : 1.000 gram

Air Steril : 1.000 mL

Suspensi Bakteri : 15%

Perhitungan total suspensi bakteri dengan konsentrasi 15%

$$2.000 \text{ gram} \times 15\% = 300 \text{ mL}$$

Dapat disimpulkan suspense bakteri yang ditambahkan pada tepung kacang koro pedang sebesar 300 mL.

Lampiran 14. Analisis *Total Plate Count* (TPC) pada proses kultivasi

Tabel 36. *Total Plate Count* (TPC)

Pengenceran	Jumlah Koloni
10 ⁻⁵	TBUD
10 ⁻⁶	TBUD
10 ⁻⁷	131
10 ⁻⁸	54
10 ⁻⁹	16
10 ⁻¹⁰	2
Jumlah koloni	203

Perhitungan hasil peremajaan bakteri

$$N = \frac{\text{Jumlah Koloni}}{(n1 + 0,1 \times n2) \times d}$$

$$N = \frac{203}{(1 + 0,1 \times 1) \times 10^{-7}}$$

$$N = 1,84 \times 10^9 \text{ CFU/mL}$$

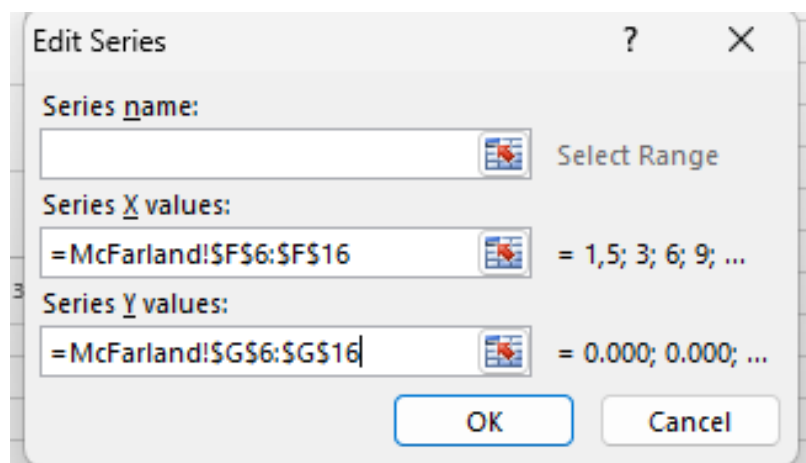
Kesimpulan :

Diketahui pada tabel 36. Proses kultivasi bakteri MRSA berhasil dilakukan dengan inkubasi selama 24 jam. Dari hasil pengamatan, pada pengenceran ke-10 didapatkan total 203 koloni, dan pada pengenceran pertama yang jumlah koloninya berada dalam rentang 25-250 (yaitu pengenceran 10⁷) diperoleh 131 koloni. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada proses kultivasi bakteri *Lactobacillus plantarum* terdapat sekitar 1,84 x 10⁹ bakteri yang tumbuh.

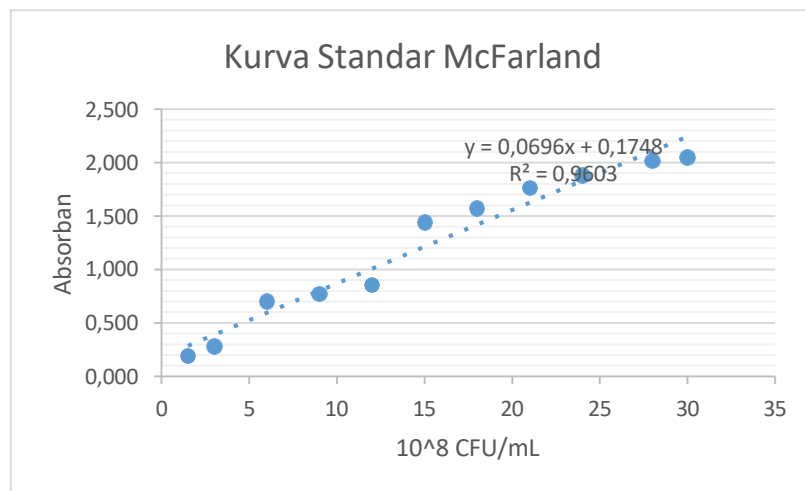
Lampiran 15. Analisis McFarland Perhitungan Kultur Lactobacillus plantarum

Tabel 37. Perhitungan Bakteri Metode McFarland

Standar McFarland	Jumlah Bakteri ($\times 10^8$ Cfu/ml)	Absorban
0,5	1,5	0,189
1	3	0,278
2	6	0,699
3	9	0,771
4	12	0,856
5	15	1,441
6	18	1,572
7	21	1,762
8	24	1,879
9	27	2,019
10	30	2,048



Gambar 23. Langkah Pembuatan Grafik Kurva Standar McFarland



Gambar 24. Kurva Standar McFarland

Tabel 38. Nilai Absorbansi *Lactobacillus plantarum*

No	Sample ID	Type	Ex	WL.625.0
1	<i>Lactobacillus plantarum</i>	Unknown		0,194

Perhitungan bakteri *Lactobacillus plantarum*

$$y = ax + b$$

$$x = \frac{y - b}{a}$$

$$x = \frac{0,194 - 0,1748}{0,0696}$$

$$x = 0,27586206 \times 10^8 \text{ CFU/ml atau } 2,7 \times 10^7$$

Perhitungan Faktor Pengenceran

$$\text{Pengenceran} = \frac{\text{Volume Total}}{\text{Volume Suspensi Awal}}$$

$$\text{Pengenceran I} = \frac{250 \text{ mL}}{40 \text{ mL}} = 6,25 \text{ mL}$$

$$\text{Pengenceran I} = \frac{100 \text{ mL}}{5 \text{ mL}} = 20 \text{ mL}$$

$$\text{Total Pengenceran} = 6,25 \times 20 = 125 \text{ kali}$$

Kesimpulan :

Proses pengukuran jumlah bakteri *Lactobacillus plantarum* menggunakan metode McFarland dengan standar 0,5 berhasil dilakukan. Berdasarkan gambar 38. standar McFarland 0,5 memiliki nilai absorbansi 0,189 dan nilai absorbansi sampel sebesar 0,194 dengan pengenceran 1 : 125 kali, didapatkan jumlah bakteri dalam sampel adalah sekitar $2,7 \times 10^7$ CFU/mL

Lampiran 16. Analisis Kadar Air Tepung Kacang Koro Pedang

Tabel 39. Data Perhitungan Kadar Air Tepung

Sampel	Ulangan	W0 (Gram)	W1 (Gram)	W2 (Gram)
Tepung Kacang Koro Pedang	1	41,140	43,20	43,06
	2	41,142	43,35	43,21
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	1	41,085	43,098	42,920
	2	41,086	43,094	42,912

Perhitungan Kadar Air Tepung

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W2-W1}{W2-W0} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{43,06-43,20}{43,06-41,14} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = 6,80\%$$

$$\text{Rata-rata Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Ulangan 1} + \text{Ulangan 2}}{2}$$

$$\text{Rata-rata Kadar Air (\%)} = \frac{6,80 + 6,34}{2} = 6,57\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 40.

Tabel 40. Hasil Perhitungan Kadar Air Tepung

Sampel	Kadar Air (%)	Rata-Rata Kadar Air (%)
Tepung Kacang Koro Pedang	6,80	6,57
	6,34	
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	8,84	8,95
	9,06	

Kesimpulan

Diketahui pada tabel 40. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan peningkatan kadar air dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar air yang lebih tinggi pada tepung termodifikasi yaitu 8,95% dibandingkan dengan tepung tanpa dimodifikasi yaitu 6,57%..

Lampiran 17. Analisis Kadar Abu Tepung Kacang Koro Pedang

Tabel 41. Data Perhitungan Kadar Abu Tepung

Sampel	Ulangan	A	B	C
Tepung Kacang Koro Pedang	1	26,100	1,014	26,126
	2	26,102	1,034	26,125
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	1	26,540	1,022	26,567
	2	26,546	1,017	26,572

Perhitungan Kadar Abu Tepung

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{W_a - W_c}{W_s} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{26,126 - 26,100}{1,014} \times 100\% = 2,56\%$$

$$\text{Rata-rata Kadar Abu (\%)} = \frac{2,56 + 2,22}{2} = 2,39\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 42.

Tabel 42. Data Hasil Perhitungan Kadar Abu Tepung

Sampel	Kadar Abu (%)	Rata-rata Kadar Abu (%)	St.dev
Tepung Kacang Koro Pedang	2,56	2,39	0,2402
	2,22		
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	2,64	2,60	0,0603
	2,56		

Kesimpulan

Diketahui pada tabel 42. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan peningkatan kadar abu dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar abu yang lebih tinggi pada tepung termodifikasi yaitu 2,60% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 2,39%.

Lampiran 18. Analisis pH Tepung Kacang Koro Pedang

Tabel 43. Data Perhitungan Kadar Lemak Tepung

Sampel	Ulangan	pH
Tepung Kacang Koro Pedang	1	6,4
	2	6,2
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	1	4,9
	2	4,9

Perhitungan :

$$\text{Rata-rata pH} = \frac{4,9+4,9}{2} = 4,9$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 44.

Tabel 44. Data Hasil Perhitungan pH Tepung

Sampel	Rata-Rata pH	St.Dev
Tepung Kacang Koro Pedang	6,3	0,1414
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	4,9	0

Kesimpulan :

Diketahui pada tabel 44. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan penurunan pH dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata pH yang lebih rendah pada tepung termodifikasi yaitu 4,9 dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 6,3.

Lampiran 19. Analisis Kadar HCN Tepung Kacang Koro Pedang

Tabel 45. Data Perhitungan Kadar HCN Tepung

Sampel	ulangan	Berat sampel	N AgNO ₃	V Titrasi	v blanko
Tepung Kacang Koro Pedang	1	5,065	0,0198	0,4	0,2
	2	5,04	0,0198	0,4	0,2
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	1	5,012	0,0198	0,3	0,2
	2	5,008	0,0198	0,3	0,2

$$\text{Kadar HCN (\%)} = \frac{(V \text{ Sampel} - V \text{ Blanko}) \times N \text{ AgNO}_3 \times 1,08 \times 1000}{W_s} \times 100\%$$

$$\text{Kadar HCN (\%)} = \frac{(0,40 - 0,2) \times 0,0198 \times 1,08 \times 1000}{5,065} \times 100\% = 0,84\%$$

$$\text{Rata-rata Kadar HCN (\%)} = \frac{0,844 + 0,848}{2} = 0,85\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 46.

Tabel 46. Data Hasil Perhitungan kadar HCN Tepung

Sampel	Kadar HCN	Rata-Rata	St. Dev
Tepung Kacang Koro Pedang	0,84438302	0,85	0,00296
	0,84857143		
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	0,42665603	0,43	0,00024
	0,42699681		

Kesimpulan

Diketahui pada tabel 46. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan penurunan kadar HCN dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar HCN yang lebih rendah pada tepung termodifikasi yaitu 0,43% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 0,85%.

Lampiran 20. Analisis Kadar Protein Tepung Kacang Koro Pedang

Tabel 47. Data Perhitungan Kadar Protein Tepung

Sampel	Ulangan	Berat sampel	V Blanko	V Titiasi	N NaOH	FP	BE Nitrogen	FK
Tepung Kacang Koro Pedang	1	2,002	26,5	22,5	0,0973	10	14,008	5,7
	2	2,008	26,5	22,7	0,0973	10	14,008	5,7
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	1	2,005	26,50	20,4	0,0973	10	14,008	5,7
	2	2,002	26,50	20,5	0,0973	10	14,008	5,7

Perhitungan Kadar Protein Tepung

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(\text{ml Blanko} - \text{ml titrasi}) \times \text{N NaOH} \times \text{FP} \times \text{BE Nitrogen}}{\text{g} \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(26,50 - 22,50) \times 0,0973 \times 10 \times 14,008}{2,002 \times 1000} \times 100\% = 2,72\%$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = 2,72\% \times 5,70 = 15,52$$

$$\text{Rata-rata Kadar Protein (\%)} = \frac{15,52 + 14,70}{2} = 15,11\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 48.

Tabel 48. Data Hasil Perhitungan Kadar Protein Tepung

Sampel	Kadar Nitrogen	Kadar Protein	Rata-Rata	St. Dev
Tepung Kacang Koro Pedang	2,72	15,52	15,11	0,57996
	2,58	14,70		
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	4,15	23,64	23,46	0,24936
	4,08	23,28		

Kesimpulan

Diketahui pada tabel 48. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan peningkatan kadar protein dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar protein yang lebih tinggi pada tepung termodifikasi yaitu 23,46% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 15,11%.

Lampiran 21. Analisis Kadar Pati Tepung Koro Pedang

Tabel 49. Data Perhitungan Kadar Pati Tepung

Sampel	Berat Sampel	V Blanko	V sampel	N Na ₂ S ₂ O ₃	FP	ml Na ₂ S ₂ O ₃
Tepung Kacang	1,002	13,5	9,5	0,0989	50	3,96
Koro Pedang	1,005	13,5	9,4	0,0989	50	4,05
Tepung Kacang	1,014	13,5	9,8	0,0989	50	3,66
Koro Pedang Termodifikasi	1,010	13,5	9,9	0,0989	50	3,56

Perhitungan Kadar Pati Tepung

$$\text{mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(V_b - V_s) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1}$$

$$\text{mL Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(13,50 - 9,5) \times 0,0989}{0,1} = 3,96 \text{ mL}$$

interpolasi modif

a	= 3	d	= 7,2
b	= 3,96	x	= 9,60
c	= 4	e	= 9,7

$$\text{mg gula (x)} = d + \frac{(b-a)}{(c-a)} x (e - d)$$

$$\text{mg gula (x)} = 7,2 + \frac{(3,96-3)}{(4-3)} x (9,7 - 7,2) = 9,60 \text{ mg}$$

$$\text{Kadar Pati (\%)} = \frac{\text{mg gula} \times \text{FP} \times 0,9}{W_s \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Pati (\%)} = \frac{9,60 \times 50 \times 0,9}{1,002 \times 1000} \times 100\% = 43,11\%$$

$$\text{Rata-rata Kadar Pati (\%)} = \frac{43,11 + 44,01}{2} = 43,56\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 50.

Tabel 50. Data Hasil Perhitungan Kadar Pati Tepung

Sampel	mg gula	kadar pati	Rata-rata kadar pati (%)	St. Dev
Tepung Kacang Koro	9,60	43,1138	43,56	0,6372
Pedang	9,83	44,0149		
Tepung Kacang Koro	8,85	39,2751	38,80	0,6776
Pedang Termodifikasi	8,60	38,3168		

Kesimpulan

Diketahui pada tabel 50. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan penurunan kadar pati dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar pati yang lebih rendah pada tepung termodifikasi yaitu 38,80% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 43,56%.

Lampiran 22. Analisis Kadar Lemak Tepung Kacang Koro Pedang

Tabel 51. Data Perhitungan Kadar Lemak Tepung

Sampel	Ulangan	Berat sampel	Labu kosong	Labu+sampel
Tepung Kacang Koro Pedang	1	5,017	109,524	109,872
	2	5,014	109,743	110,092
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	1	5,007	109,53	109,944
	2	5,004	109,733	110,146

Perhitungan :

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{109,872 - 109,524}{5,017} \times 100\% = 6,94\%$$

$$\text{Rata-rata Kadar Lemak (\%)} = \frac{6,94 + 6,96}{2} = 6,95\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 52.

Tabel 52. Data Hasil Perhitungan Kadar Lemak Tepung

Sampel	Kadar Lemak	Rata-rata Kadar Lemak (%)	St.dev
Tepung Kacang Koro Pedang	6,94	6,95	0,017037303
	6,96		
Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	8,27	8,26	0,01062564
	8,25		

Kesimpulan

Diketahui pada tabel 52. Proses modifikasi pada tepung kacang koro pedang menghasilkan peningkatan kadar lemak dibandingkan dengan tepung koro pedang tanpa modifikasi. Hal ini ditunjukkan oleh nilai rata-rata kadar lemak yang lebih tinggi pada tepung termodifikasi yaitu 8,26% dibandingkan dengan tepung tanpa modifikasi yaitu 6,95%.

➤ **Lampiran Analisis Penelitian Tahap II**

Lampiran 23. Hasil Analisis Kadar Air *Cookies*

Tabel 53. Data Perhitungan Kadar Air *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Ulangan	W0 (Gram)	W1 (Gram)	W2 (Gram)
0% (x_1)	1	29.909	31.913	31.887
	2	22.224	24.249	24.207
10% (x_2)	1	31.112	33.118	33.042
	2	23.211	25.218	25.144
20% (x_3)	1	22.388	24.391	24.270
	2	23.223	25.229	25.109
30% (x_4)	1	29.995	31.998	31.866
	2	22.493	24.495	24.363
40% (x_5)	1	23.222	25.234	25.132
	2	24.644	26.653	26.538
50% (x_6)	1	29.913	31.922	31.774
	2	22.224	24.228	24.084

Perhitungan Kadar Air *Cookies*

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W2-W1}{W2-W0} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{31,887-31,913}{31,887-29,090} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Air (\%)} = 1,30\%$$

$$\text{Rata-rata Kadar Air (\%)} = \frac{1,30+2,07}{2} = 1,69\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 54.

Tabel 54. Data Hasil Perhitungan Kadar Air *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Air (%)	Rata-Rata	St.Dev
0% (x ₁)	1,30	1,69	0,549188
	2,07		
10% (x ₂)	3,79	3,74	0,071799
	3,69		
20% (x ₃)	6,04	6,01	0,041638
	5,98		
30% (x ₄)	6,59	6,59	0,002328
	6,59		
40% (x ₅)	5,07	5,40	0,462913
	5,72		
50% (x ₆)	7,37	7,28	0,128142
	7,19		

Tabel 55. Data Regresi Linear Kadar Air *Cookies*

No	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Air	Xi ²	Yi ²	XY
1	0	1,69	0	3	0,00
2	10	3,74	100	14	37,40
3	20	6,01	400	36	120,20
4	30	6,59	900	43	197,70
5	40	5,4	1600	29	216,00
6	50	7,28	2500	53	364,00
Total	150	30,71	5500	178,5503	935,3

Perhitungan Regresi Linear Kadar Air *Cookies*

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 2,7248$$

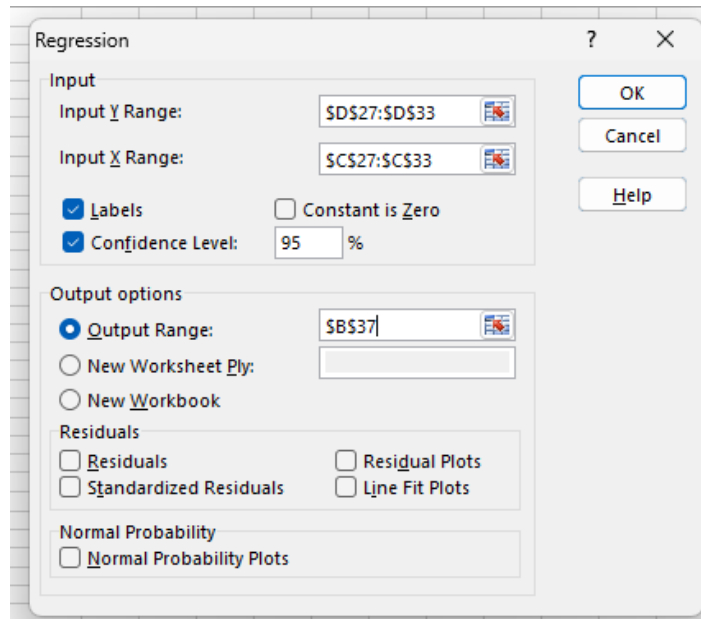
$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 0,0957$$

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} = 0,8665$$

$$R^2 = 0,7508$$

$$Y = bx + a$$

$$Y = 0,0957x + 2,7248$$



Gambar 25. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Air *Cookies*

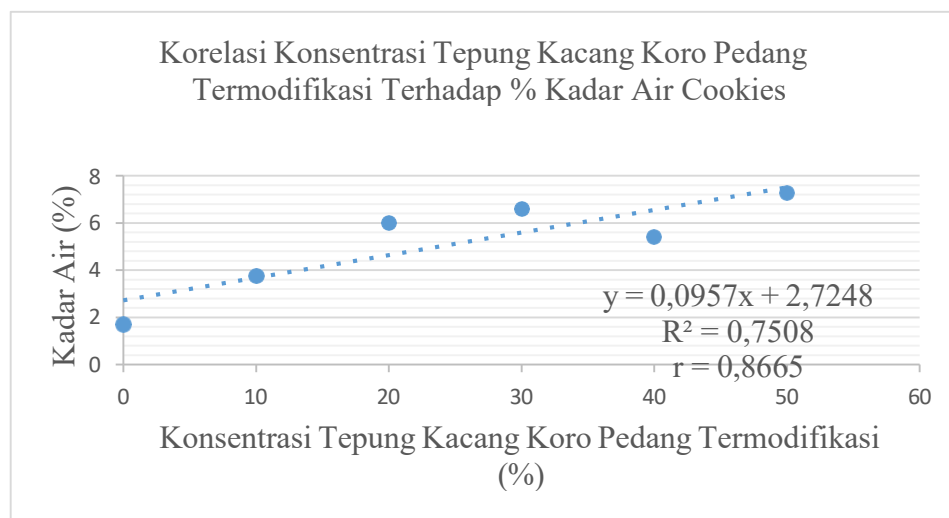
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,866484735
R Square	0,750795797
Adjusted R Square	0,688494746
Standard Error	1,153751232
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	16,04171571	16,04171571	12,05109362	0,025549446
Residual	4	5,324567619	1,331141905		
Total	5	21,36628333			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0 %</i>	<i>Upper 95,0 %</i>
Intercept	2,724761905	0,835023836	3,2676	0,03099021	0,40662	5,04348	0,406364	5,04348
Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	0,095742857	0,02757993	3,4751	0,0255494	0,0191686	0,1723170	0,019169	0,1723170

Gambar 26. Grafik Linear Kadar Air *Cookies*

Kesimpulan

Berdasarkan Gambar 26. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar air diperoleh r sebesar 0,8665. Koefisien korelasi positif menyatakan adanya hubungan korelasi searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar air *Cookies*. Dimana semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin meningkat kadar air pada *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,7508 atau setara dengan 75,08%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap meningkatnya kadar air *Cookies*.

Lampiran 24. Hasil Analisis Kadar Abu *Cookies*

Tabel 56. Data Perhitungan Kadar Abu *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	Ulangan	A	B	C
0% (x_1)	1	26,890	1,003	26,906
	2	26,538	1,004	26,554
10% (x_2)	1	26,890	1,006	26,912
	2	21,850	1,003	21,868
20% (x_3)	1	21,840	1,002	21,860
	2	26,894	1,007	26,912
30% (x_4)	1	21,842	1,005	21,867
	2	21,848	1,002	21,866
40% (x_5)	1	26,533	1,006	26,560
	2	26,536	1,004	26,555
50% (x_6)	1	26,890	1,008	26,918
	2	26,892	1,005	26,920

Perhitungan Kadar Abu *Cookies*

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{W_a - W_c}{W_s} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{26,906 - 26,890}{1,003} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Abu (\%)} = 1,60\%$$

$$\text{Rata-rata Kadar Abu (\%)} = \frac{1,60 + 1,59}{2} = 1,59\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 57.

Tabel 57. Data Hasil Perhitungan Kadar Abu *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	Kadar Abu (%)	Rata-Rata	St.Dev
0% (x ₁)	1,60 1,59	1,59	0,001
10% (x ₂)	2,19 1,79	1,99	0,277
20% (x ₃)	2,00 1,79	1,89	0,147
30% (x ₄)	2,49 1,80	2,14	0,489
40% (x ₅)	2,68 1,89	2,29	0,560
50% (x ₆)	2,78 2,79	2,78	0,006

Tabel 58. Data Regresi Linear Kadar Abu *Cookies*

No	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Abu	Xi^2	Yi^2	XY
1	0	1,59	0	3	0,00
2	10	1,99	100	4	19,90
3	20	1,89	400	4	37,80
4	30	2,14	900	5	64,20
5	40	2,29	1600	5	91,60
6	50	2,78	2500	8	139,00
Total	150	12,68	5500	28	352,5

Perhitungan Regresi Linear Kadar Abu *Cookies*

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 1,6062$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 0,0203$$

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} = 0,9398$$

$$R^2 = 0,8832$$

$$Y = bx + a$$

$$Y = 0,0203x + 1,6062$$

Gambar 27. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Abu *Cookies*

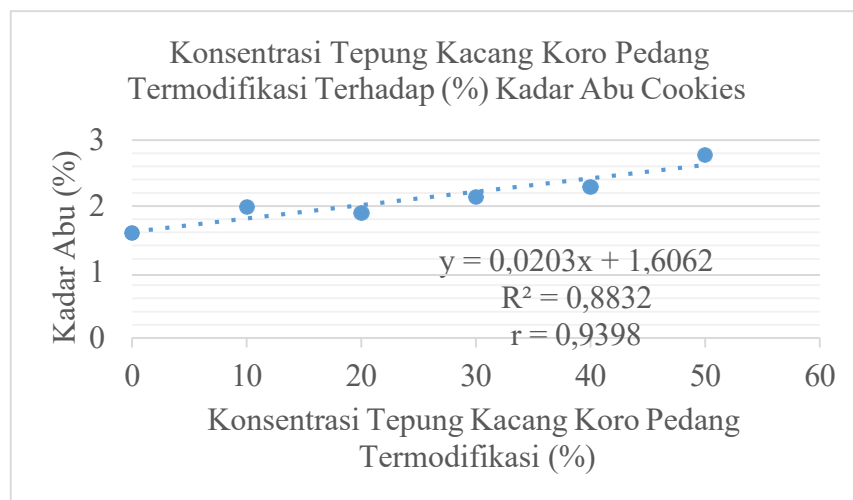
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>		
Multiple R		0,939813609
R Square		0,88324962
Adjusted R Square		0,854062025
Standard Error		0,154264769
Observations		6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,720142857	0,720142857	30,26113057	0,005324593
Residual	4	0,095190476	0,023797619		
Total	5	0,815333333			

	<i>Coef ficients</i>	<i>Stand ard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P- valu e</i>	<i>Low er 95%</i>	<i>Upp er 95%</i>	<i>Low er 95,0 %</i>	<i>Upp er 95,0 %</i>
Intercept	1,60 6190 476	0,111 64864 3	14,3 8611 73	0,00 0135 68	1,29 6204 148	1,91 6176 805	1,29 6204	1,91 6177
Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	0,02 0285 714	0,003 68763 3	5,50 1011 777	0,00 5324 593	0,01 0047 203	0,03 0524 226	0,01 0047	0,03 0524

Gambar 28. Grafik Regresi Linear Kadar Abu *Cookies*

Kesimpulan

Berdasarkan Gambar 28. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar abu diperoleh r sebesar 0,9398. Koefisien korelasi positif menyatakan adanya hubungan korelasi searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar abu *Cookies*. Dimana semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin meningkat kadar abu pada *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,8832 atau setara dengan 88,32%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap meningkatnya kadar abu *Cookies*.

Lampiran 25. Hasil Analisis Pengukuran pH *Cookies*

Tabel 59. Data Perhitungan pH *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	Ulangan	pH
0% (x_1)	1	7
	2	7,1
10% (x_2)	1	5,9
	2	5,8
20% (x_3)	1	5,6
	2	5,5
30% (x_4)	1	5,3
	2	5,3
40% (x_5)	1	5,2
	2	5,1
50% (x_6)	1	5,2
	2	5,1

Perhitungan Rata-rata pH *Cookies*

$$\text{Rata-rata pH} = \frac{7+7,1}{2} = 7,05$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 60.

Tabel 60. Data Hasil Perhitungan pH *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	pH	St.Dev
0%	7,05	0,071
10%	5,85	0,071
20%	5,55	0,071
30%	5,3	
40%	5,15	0,071
50%	5,15	0,071

Tabel 61. Data Regresi Linear pH *Cookies*

No	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	pH	Xi ²	Yi ²	XY
1	0	7,05	0	50	0,00
2	10	5,85	100	34	58,50
3	20	5,55	400	31	111,00
4	30	5,30	900	28	159,00
5	40	5,15	1600	27	206,00
6	50	5,15	2500	27	257,50
Total	150	34,05	5500	196	792

Perhitungan Regresi Linear pH *Cookies*

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 6,5214$$

$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = -0,0339$$

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} = -0,8736$$

$$R^2 = 0,7631$$

$$Y = bx + a$$

$$Y = -0,0339 x + 6,5214$$

Gambar 29. Langkah Penentuan Regresi Linear pH Cookies

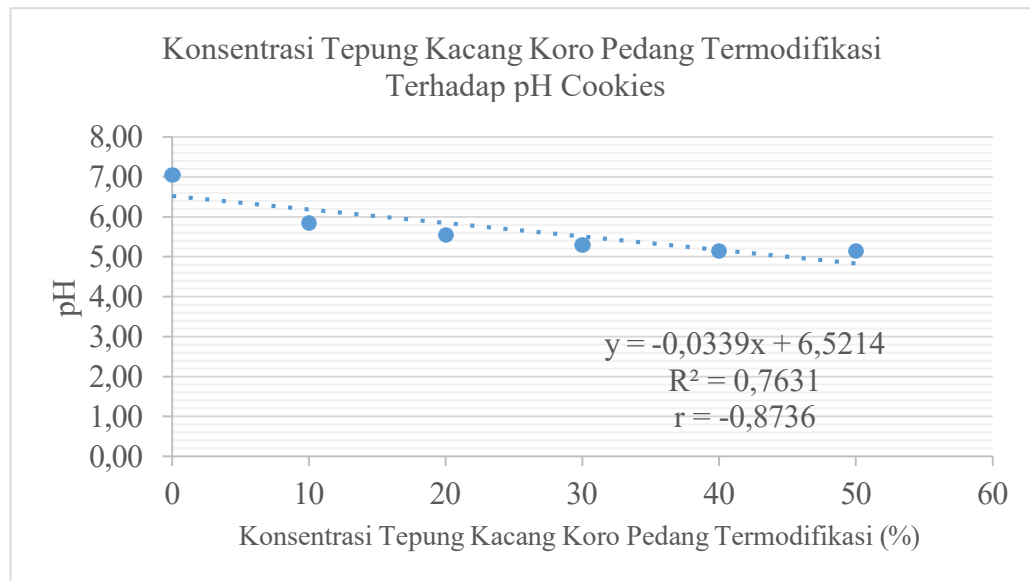
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,873563918
R Square	0,763113919
Adjusted R Square	0,703892399
Standard Error	0,394561239
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	2,006035714	2,006036	12,88575	0,022968515
Residual	4	0,622714286	0,155679		
Total	5	2,62875			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	6,521428571	0,28556246	22,83713	2,178E-05	5,7280078	7,3142771	5,7285801	7,3142771
Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	0,033857143	0,009431818	3,589673	0,022968515	0,06004406	0,0076702	0,0600441	0,0076702



Gambar 30. Grafik Regresi Linear pH *Cookies*

Kesimpulan

Berdasarkan Gambar 30. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap pH diperoleh r sebesar $(-0,8736)$. Koefisien korelasi negatif menyatakan adanya hubungan korelasi tidak searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan pH *Cookies*. Dimana semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin menurun pH pada *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,7631 atau setara dengan 76,31%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap menurunnya pH *Cookies*.

Lampiran 26. Hasil Analisis Kadar Protein Cookies

Tabel 62. Data Perhitungan Kadar Protein Cookies

Sampel	Ulangan	Berat sampel	V Blanko	V Titrasi	N NaOH	FP	BE Nitrogen	FK
0%	1	2,015	26,50	24,90	0,0973	10	14,008	5,7
	2	2,012	26,50	24,80	0,0973	10	14,008	5,7
10%	1	2,014	26,50	25,10	0,0973	10	14,008	5,7
	2	2,015	26,50	25,10	0,0973	10	14,008	5,7
20%	1	2,011	26,50	24,20	0,0973	10	14,008	5,7
	2	2,014	26,50	24,30	0,0973	10	14,008	5,7
30%	1	2,016	26,50	24,00	0,0973	10	14,008	5,7
	2	2,013	26,50	24,10	0,0973	10	14,008	5,7
40%	1	2,011	26,50	23,90	0,0973	10	14,008	5,7
	2	2,015	26,50	23,80	0,0973	10	14,008	5,7
50%	1	2,015	26,50	23,20	0,0973	10	14,008	5,7
	2	2,012	26,50	23,20	0,0973	10	14,008	5,7

Perhitungan Kadar Protein Cookies

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(\text{ml Blanko} - \text{ml titrasi}) \times \text{N NaOH} \times \text{FP} \times \text{BE Nitrogen}}{\text{g} \times 1000} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(26,50 - 24,90) \times 0,0973 \times 10 \times 14,008}{2,015 \times 1000} \times 100\% = 1,08\%$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar Nitrogen} \times \text{FK}$$

$$\text{Kadar Protein (\%)} = 1,08\% \times 5,7 = 6,17$$

$$\text{Rata-rata Kadar Protein (\%)} = \frac{6,17 + 6,56}{2} = 6,37\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 63.

Tabel 63. Data Hasil Perhitungan Kadar Protein Cookies

Sampel	FK	Kadar nitrogen	Kadar Protein	Rata-rata	Standar Deviasi
0%	5,7	1,08	6,17	6,37	0,2795
	5,7	1,15	6,56		
10%	5,7	0,95	5,40	5,40	0,0019
	5,7	0,95	5,40		
20%	5,7	1,56	8,89	8,69	0,2821
	5,7	1,49	8,49		

Sampel	FK	Kadar nitrogen	Kadar Protein	Rata-rata	Standar Deviasi
30%	5,7	1,69	9,63	9,45	0,2627
	5,7	1,63	9,26		
40%	5,7	1,76	10,04	10,23	0,2585
	5,7	1,83	10,41		
50%	5,7	2,23	12,72	12,73	0,0134
	5,7	2,24	12,74		

Tabel 64. Data Regresi Linear Kadar Protein *Cookies*

No	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Protein	Xi ²	Yi ²	XY
1	0	6,37	0	41	0,00
2	10	5,40	100	29	54,00
3	20	8,69	400	76	173,80
4	30	9,45	900	89	283,50
5	40	10,23	1600	105	409,09
6	50	12,73	2500	162	636,64
Total	150	52,87	5500	501	1557,033

Perhitungan Regresi Linear Kadar Protein *Cookies*

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 5,4505$$

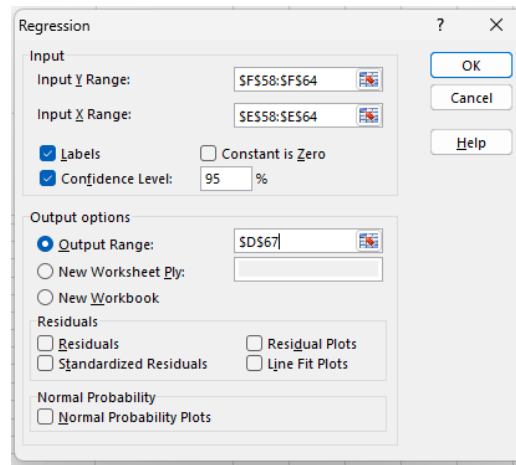
$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 0,1344$$

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} = 0,9452$$

$$R^2 = 0,8935$$

$$Y = bx + a$$

$$Y = 0,1344x + 5,4505$$

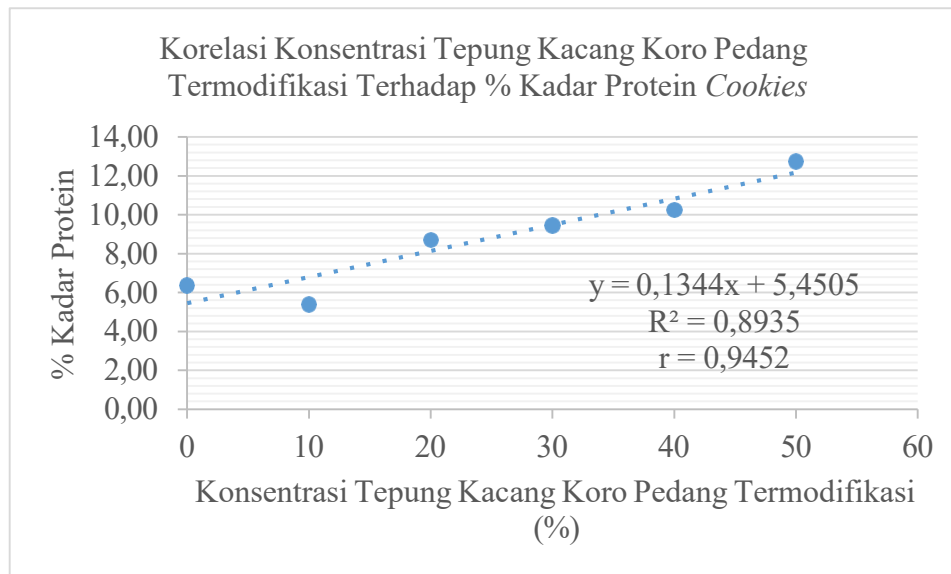
Gambar 31. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Protein *Cookies****SUMMARY OUTPUT***

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,94524753
R Square	0,893492893
Adjusted R Square	0,866866117
Standard Error	0,970913018
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	31,6324737	31,63247	33,55618	0,004415
Residual	4	3,770688353	0,942672		
Total	5	35,40316205			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	5,45053707	0,702695252	7,756616	0,0009	3,499542	7,401532	3,499542	7,401532
Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	0,134445897	0,02320926	5,79277	0,0005	0,070007	0,198885	0,070007	0,198885



Gambar 32. Grafik Regresi Linear Kadar Protein *Cookies*

Kesimpulan :

Berdasarkan Gambar 32. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar protein diperoleh r sebesar 0,9452. Koefisien korelasi positif menyatakan adanya hubungan korelasi searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar protein *Cookies*. Dimana semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin meningkat kadar protein pada *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,8935 atau setara dengan 89,35%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap meningkatnya kadar protein *Cookies*.

Lampiran 27. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat *Cookies*

Tabel 65. Data Perhitungan Kadar Karbohidrat *Cookies*

Sampel	Ulangan	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Protein	Kadar Lemak
0%	1	1,30	1,60	6,17	22,22
	2	2,07	1,59	6,56	22,23
10%	1	3,79	2,19	5,40	21,86
	2	3,69	1,79	5,40	21,81
20%	1	6,04	2,00	8,89	21,85
	2	5,98	1,79	8,49	21,88
30%	1	6,59	2,49	9,63	21,30
	2	6,59	1,80	9,26	21,55
40%	1	5,07	2,68	12,72	22,06
	2	5,72	1,89	12,74	22,07
50%	1	7,37	2,78	10,04	21,20
	2	7,19	2,79	10,41	21,24

Perhitungan Kadar Karbohidrat *Cookies*

Kadar Karbohidrat (%) = 100% - (Kadar Air + Kadar Abu + Kadar Lemak + Kadar Protein)%

Kadar Karbohidrat (%) = 100% - (1,30 + 1,60 + 22,22 + 6,17)%

Kadar Karbohidrat (%) = 68,72%

Rata-rata Kadar Karbohidrat (%) = $\frac{68,72+67,53}{2} = 68,13\%$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 66.

Tabel 66. Data Hasil Perhitungan Kadar Karbohidrat *Cookies*

Sampel	Ulangan	Kadar Karbohidrat	Rata-rata	Standar Deviasi
0%	1	68,72	68,13	0,8355
	2	67,53		
10%	1	66,77	67,04	0,3842
	2	67,31		
20%	1	61,23	61,54	0,4447
	2	61,86		
30%	1	59,99	60,39	0,5756
	2	60,80		
40%	1	57,47	57,52	0,0754
	2	57,57		

Sampel	Ulangan	Kadar Karbohidrat	Rata-rata	Standar Deviasi
50%	1	58,61	58,49	0,1636
	2	58,38		

Tabel 67.Data Regresi Linear Kadar Karbohidrat *Cookies*

No	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Karbohidrat	Xi^2	Yi^2	XY
1	0	68,13	0	4.641	0,00
2	10	67,04	100	4.494	670,38
3	20	61,54	400	3.788	1230,89
4	30	60,39	900	3.647	1811,81
5	40	57,52	1600	3.308	2300,74
6	50	58,49	2500	3.421	2924,61
Total	150	373,11	5500	23.300	8938,423071

Perhitungan Regresi Linear Kadar Karbohidrat *Cookies*

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 67,7477$$

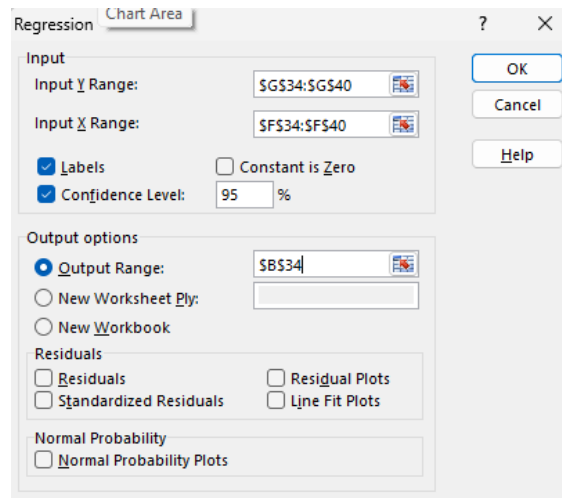
$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = -0,2225$$

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} = -0,9408$$

$$R^2 = 0,8852$$

$$Y = bx + a$$

$$Y = -0,2225x + 67,7477$$



Gambar 33. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Karbohidrat Cookies

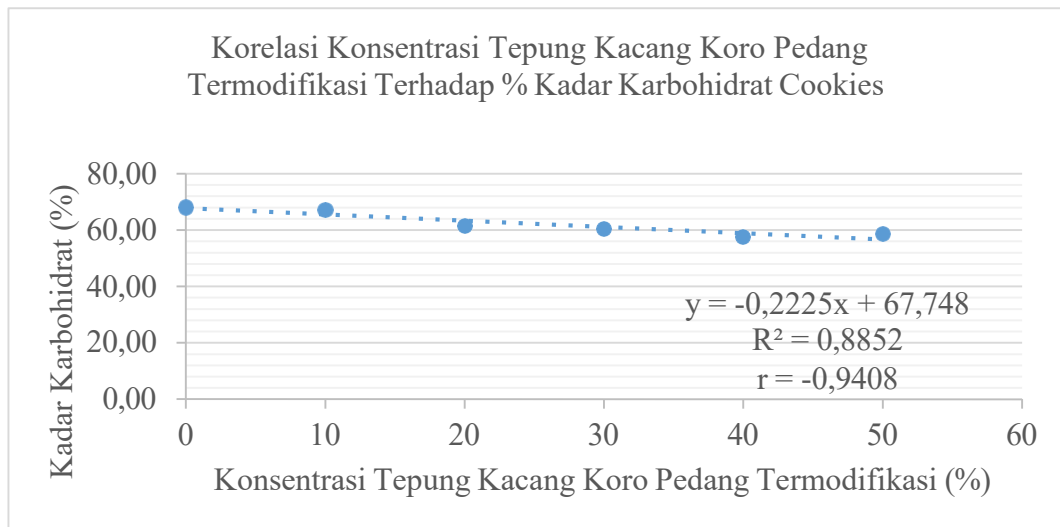
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,94085742
R Square	0,885212685
Adjusted R Square	0,856515856
Standard Error	1,675865359
Observations	6

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	86,63471904	86,63471904	30,84705609	0,005143331
Residual	4	11,23409881	2,808524703		
Total	5	97,86881785			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	67,747763	1,212902	55,855911	6,15102E-07	64,380206	71,115319	64,380206	71,115319
Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	0,2224984	0,040060844	5,5540126	0,0051433	0,3337251	-0,1112717	0,3337251	-0,1112717



Gambar 34. Grafik Regresi Linear Kadar Karbohidrat *Cookies*

Kesimpulan :

Berdasarkan Gambar 34. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar karbohidrat diperoleh r sebesar $(-0,9408)$. Koefisien korelasi negatif menyatakan adanya hubungan korelasi tidak searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar protein *Cookies*. Dimana semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin menurun kadar karbohidrat pada *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,8852 atau setara dengan 88,52%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap menurunnya kadar karbohidrat *Cookies*.

Lampiran 28. Hasil Analisis Kadar Lemak *Cookies*

Tabel 68. Data Perhitungan Kadar Lemak *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Ulangan	Berat sampel	Labu kosong	Labu+sampel
0% (x_1)	1	5,004	109,735	110,847
	2	5,006	109,546	110,659
10% (x_2)	1	5,005	109,534	110,628
	2	5,002	109,748	110,839
20% (x_3)	1	5,012	109,720	110,815
	2	5,008	109,539	110,635
30% (x_4)	1	5,009	109,762	110,829
	2	5,003	109,564	110,642
40% (x_5)	1	5,005	109,737	110,841
	2	5,007	109,559	110,664
50% (x_6)	1	5,004	109,551	110,612
	2	5,009	109,741	110,805

Perhitungan Kadar Lemak *Cookies*

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Lemak (\%)} = \frac{110,847 - 109,735}{5,004} \times 100\% = 22,22\%$$

$$\text{Rata-rata Kadar Lemak (\%)} = \frac{22,22 + 22,23}{2} = 22,23\%$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 69.

Tabel 69. Data Hasil Perhitungan Kadar Lemak *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Lemak	Rata-rata	St.Dev
0% (x ₁)	22,22	22,23	0,0078
	22,23		
10% (x ₂)	21,86	21,83	0,0331
	21,81		
20% (x ₃)	21,85	21,87	0,0265
	21,88		
30% (x ₄)	21,30	21,42	0,1735
	21,55		
40% (x ₅)	22,06	22,06	0,0079
	22,07		
50% (x ₆)	21,20	21,22	0,0274
	21,24		

Tabel 70. Data Regresi Linear Kadar Lemak *Cookies*

No	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kadar Lemak	Xi ²	Yi ²	XY
1	0	22,23	0	494	0,00
2	10	21,83	100	477	218,35
3	20	21,87	400	478	437,33
4	30	21,42	900	459	642,73
5	40	22,06	1600	487	882,54
6	50	21,22	2500	450	1061,12
Total	150	130,64	5500,00	2845,16	3242,06

Perhitungan Regresi Linear Kadar Lemak *Cookies*

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 22,115$$

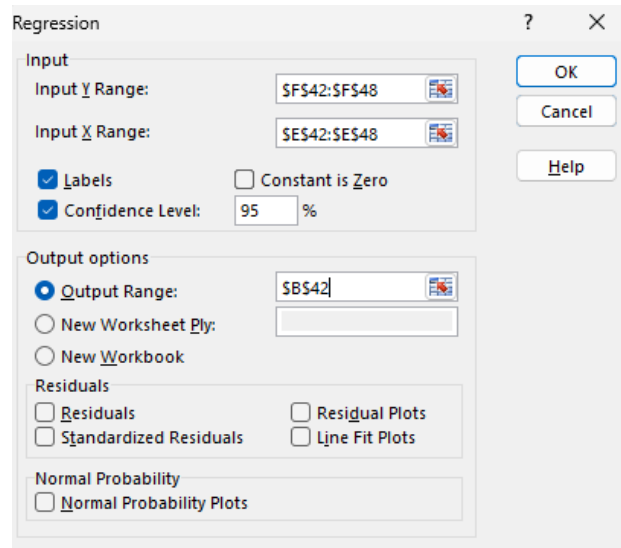
$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = -0,0137$$

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} = -0,6697$$

$$R^2 = 0,4485$$

$$Y = bx + a$$

$$Y = -0,0137x + 22,115$$



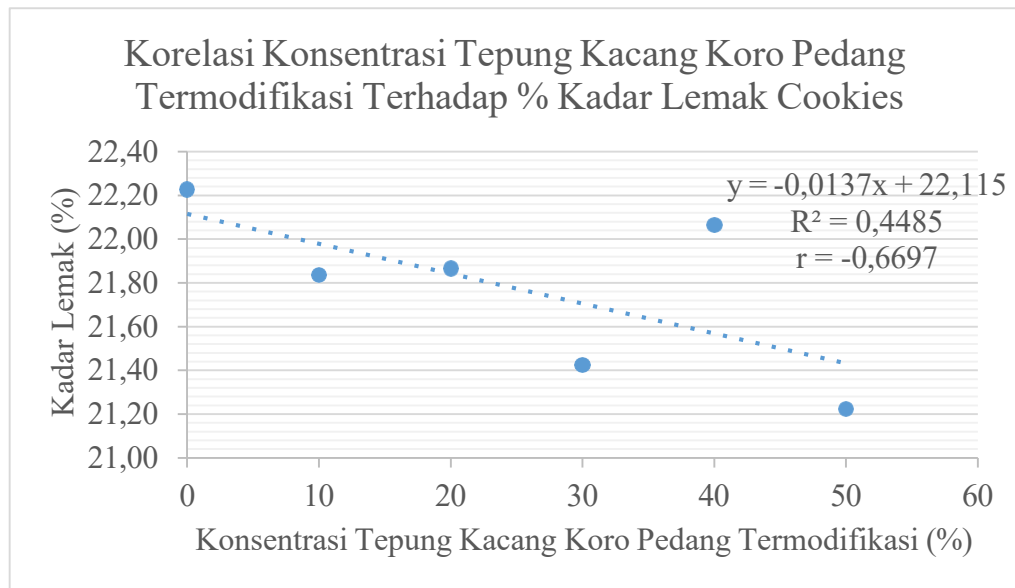
Gambar 35. Langkah Penentuan Regresi Linear Kadar Lemak Cookies

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,669722
R Square	0,448527
Adjusted R Square	0,310659
Standard Error	0,316904
Observations	6

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,326722	0,326722	3,253302898	0,145612
Residual	4	0,401712	0,100428		
Total	5	0,728434			

	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95,0%</i>	<i>Upper 95,0%</i>
Intercept	22,11477	0,229358	96,4203	6,93691E-08	21,47797	22,75157	21,47797	22,75157
Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	0,01366	0,007575	1,80369	0,14561167	0,0347	0,007369	-0,0347	0,007369



Gambar 36. Grafik Regresi Linear Kadar Lemak *Cookies*

Kesimpulan

Berdasarkan Gambar 36. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap kadar lemak diperoleh r sebesar $(-0,6697)$. Koefisien korelasi negatif menyatakan adanya hubungan korelasi tidak searah dengan tingkat hubungan kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan kadar lemak *Cookies*. Dimana semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin menurun kadar lemak pada *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,4485 atau setara dengan 44,85%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap menurunnya kadar lemak *Cookies*.

Lampiran 29. Hasil Analisis Tekstur Kekerasan *Cookies*

Tabel 71. Data Perhitungan Uji Tekstur Kekerasan *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	Ulangan									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0% (x_1)	2, 78	3, 26	3, 08	3, 6	3, 12	3, 2	3, 64	3, 6	3, 76	3, 48
10% (x_2)	3	2, 9	2, 74	3, 24	2, 4	2, 44	2, 74	2, 48	3, 1	2, 72
20% (x_3)	2, 8	2, 82	2, 88	2, 22	2, 24	2, 3	2, 56	2, 58	2, 46	2, 86
30% (x_4)	2, 16	2	2, 62	2, 44	1, 74	1, 52	1, 82	2, 8	2, 84	2, 46
40% (x_5)	2, 02	2, 56	2, 42	2, 44	1, 94	2, 28	1, 98	2, 74	1, 62	2, 64
50% (x_6)	1, 28	2, 5	2, 76	2, 42	2, 28	2, 2	1, 68	1, 34	1, 88	1, 58

Perhitungan Rata-rata Uji Tekstur Kekerasan

$$\text{Rata-rata Tekstur Kekerasan} = \frac{2,78+3,26+3,08+3,60+3,20+3,64+3,60+3,76+3,48}{10} = 3,35$$

Dengan menggunakan metode perhitungan yang sama, diperoleh hasil seperti yang tercantum dalam tabel 72.

Tabel 72. Data Hasil Perhitungan Uji Tekstur Kekerasan *Cookies*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi	Kekerasan	St.Dev
0% (x_1)	3,35	0,312
10% (x_2)	2,78	0,285
20% (x_3)	2,57	0,261
30% (x_4)	2,24	0,461
40% (x_5)	2,26	0,361
50% (x_6)	1,99	0,513

Tabel 73. Data Regresi Linear Uji Tekstur Kekerasan *Cookies*

No	Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Kekerasan (kg/cm ²)	Xi ²	Yi ²	XY
1	0	3,35	0	11	0,00
2	10	2,78	100	8	27,76
3	20	2,57	400	7	51,44
4	30	2,24	900	5	67,20
5	40	2,26	1600	5	90,56
6	50	1,99	2500	4	99,60
Total	150	15,196	5500	40	336,56

Perhitungan Regresi Linear Uji Tekstur Kekerasan *Cookies*

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = 3,1518$$

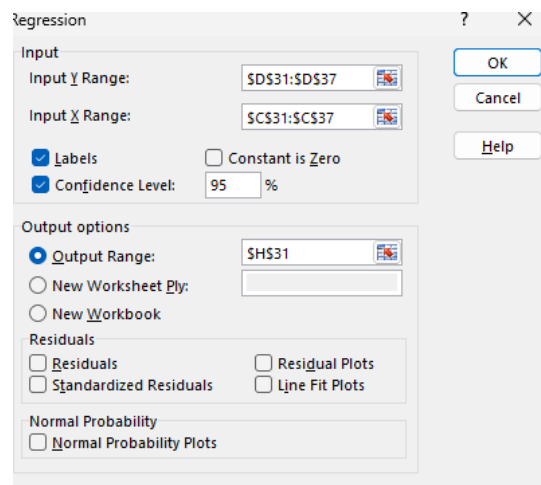
$$b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} = -0,0248$$

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{n \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} = -0,9528$$

$$R^2 = 0,9079$$

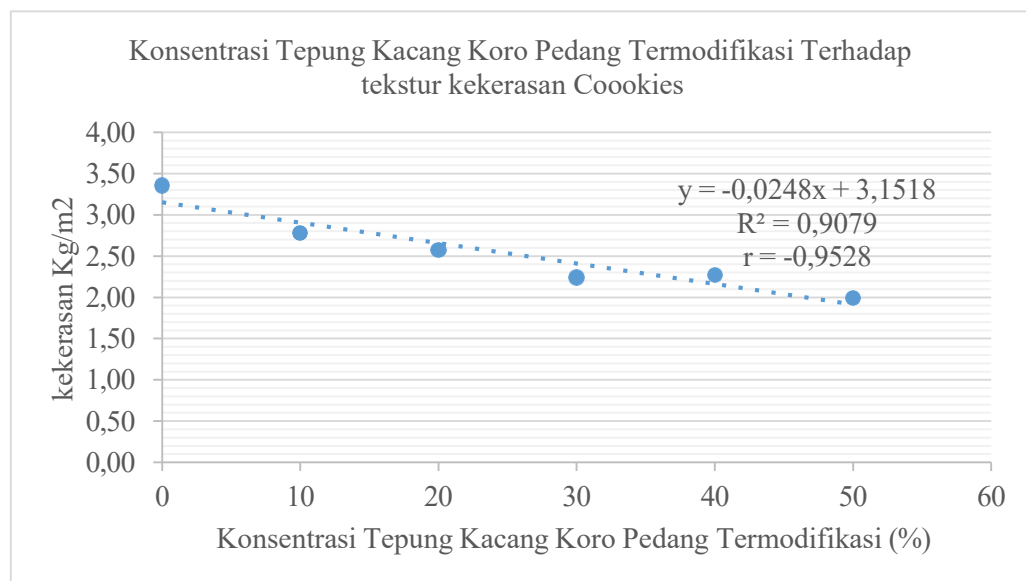
$$Y = bx + a$$

$$Y = -0,0248x + 3,1518$$



SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics								
Multiple R	0,95284111							
R Square	0,90790618							
Adjusted R Square	0,88488273							
Standard Error	0,16498127							
Observations	6							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	Significance F			
Regression	1	1,0733461	1,073346	39,4339687	0,003284			
Residual	4	0,1088753	0,027219					
Total	5	1,1822213						
	Coef ficients	Stand ard Error	t Sta t	P- valu e	Low er 95%	Upp er 95%	Low er 95,0 %	Uppe r 95,0 %
Intercept	3,15		26,	1,22	2,82			
	1809	0,119	396	42E-	028	3,48	2,820	3,483
	52	4047	03	05	9	333	289	33
Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	-		-					
	0,02		6,2	0,00	-	-	-	-
	4765	0,003	796	328	0,03	0,01	0,035	0,013
	7	9438	5	35	572	382	72	82



Gambar 37. Grafik Regresi Linear Tekstur Kekerasan Cookies

Kesimpulan

Berdasarkan Gambar 37. perhitungan Regresi Linear melalui grafik terhadap tekstur kekerasan diperoleh r sebesar $(-0,9528)$. Koefisien korelasi negatif menyatakan adanya hubungan korelasi tidak searah dengan tingkat hubungan sangat kuat antara Konsentrasi tepung kacang koro pedang dan terhadap tekstur kekerasan *Cookies*. Dimana semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi maka semakin menurun terhadap tekstur kekerasan pada *Cookies*. Koefisien determinasi (R^2) pada grafik sebesar 0,9079 atau setara dengan 90,79%. Koefisien determinasi memiliki makna besarnya pengaruh konsentrasi tepung kacang koro pedang terhadap menurunnya terhadap tekstur kekerasan *Cookies*.

Lampiran 30. Hasil Analisis Organoleptik *Cookies* Atribut Warna

Ulangan I

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35
2	3	1,87	2	1,58	3	1,87	4	2,12	2	1,58	5	2,35
3	6	2,55	3	1,87	5	2,35	3	1,87	5	2,35	5	2,35
4	4	2,12	4	2,12	6	2,55	4	2,12	3	1,87	4	2,12
5	1	1,22	4	2,12	3	1,87	2	1,58	5	2,35	6	2,55
6	4	2,12	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	6	2,55
7	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35
8	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	2	1,58	2	1,58
9	3	1,87	6	2,55	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35
10	6	2,55	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12
11	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12
12	5	2,35	2	1,58	4	2,12	2	1,58	6	2,55	3	1,87
13	3	1,87	3	1,87	5	2,35	5	2,35	6	2,55	2	1,58
14	3	1,87	2	1,58	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
15	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87
16	6	2,55	6	2,55	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58
17	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	2	1,58
18	6	2,55	3	1,87	6	2,55	4	2,12	3	1,87	3	1,87
19	4	2,12	2	1,58	2	1,58	5	2,35	3	1,87	3	1,87
20	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35
21	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
22	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87
23	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	5	2,35
24	5	2,35	5	2,35	4	2,12	6	2,55	5	2,35	4	2,12
25	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12
26	1	1,22	1	1,22	2	1,58	6	2,55	2	1,58	1	1,22
27	2	1,58	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	2	1,58
28	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	1	1,22
29	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,35	6	2,55	3	1,87
30	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	1	1,22
Total	123,00	63,53	110,00	60,58	126,00	64,58	129,00	65,33	118,00	62,51	106,00	59,17
Rata-rata	4,10	2,12	3,67	2,02	4,20	2,15	4,30	2,18	3,93	2,08	3,53	1,97

Ulangan II

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35
2	4	2,12	2	1,58	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35
3	5	2,35	3	1,87	5	2,35	3	1,87	5	2,35	5	2,35
4	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
5	1	1,22	4	2,12	3	1,87	2	1,58	5	2,35	5	2,35
6	4	2,12	4	2,12	6	2,55	5	2,35	4	2,12	5	2,35
7	4	2,12	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	6	2,55
8	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87	2	1,58
9	3	1,87	6	2,55	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
10	6	2,55	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12
11	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12
12	5	2,35	2	1,58	4	2,12	2	1,58	6	2,55	3	1,87
13	3	1,87	3	1,87	5	2,35	5	2,35	6	2,55	2	1,58
14	3	1,87	2	1,58	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87
15	5	2,35	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87
16	6	2,55	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	2	1,58
17	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	2	1,58
18	5	2,35	3	1,87	6	2,55	4	2,12	3	1,87	3	1,87
19	4	2,12	2	1,58	2	1,58	5	2,35	3	1,87	3	1,87
20	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35
21	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12	4	2,12
22	6	2,55	4	2,12	5	2,35	4	2,12	4	2,12	3	1,87
23	4	2,12	5	2,35	4	2,12	3	1,87	3	1,87	6	2,55
24	6	2,55	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12
25	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12
26	1	1,22	1	1,22	3	1,87	6	2,55	2	1,58	2	1,58
27	2	1,58	4	2,12	4	2,12	5	2,35	4	2,12	2	1,58
28	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	1	1,22
29	5	2,35	6	2,55	6	2,55	5	2,35	6	2,55	3	1,87
30	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	2	1,58	1	1,22
Total	125,0 0	64,0 3	108,0 0	60,1 1	127,0 0	64,8 7	125,0 0	64,4 7	123,0 0	63,8 3	106,0 0	59,2 8
Rata-rata	4,17	2,13	3,60	2,00	4,23	2,16	4,17	2,15	4,10	2,13	3,53	1,98

Tabel 74. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut Warna

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	
1	3,93	4,1	4,3	4,2	3,53	3,67	23,73
2	4,1	4,17	4,17	4,23	4,1	3,6	24,37
Jumlah	8,03	8,27	8,47	8,43	7,63	7,27	48,1
Rata-rata	4,02	4,14	4,24	4,22	3,82	3,64	24,05

Tabel 75. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut Warna

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅	x ₆	
1	2,08	2,12	2,18	2,15	1,97	2,02	12,55
2	2,13	2,13	2,15	2,16	1,98	2	12,52
Jumlah	4,21	4,25	4,33	4,31	3,95	4,02	25,07
Rata-rata	2,11	2,13	2,17	2,16	1,98	2,01	12,535

Perhitungan

- $FK = \frac{25,07^2}{2 \times 6} = 52,375$
- $JKK = \left[\frac{(12,52)^2 + (12,55)^2}{6} \right] - 52,375 = 0,000075$
- $JKP = \left[\frac{(4,21)^2 + (4,25)^2 + (4,33)^2 + (4,31)^2 + (3,95)^2 + (4,02)^2}{2} \right] - 52,375 = 0,0618$
- $JKT = [(2,08)^2 + (2,12)^2 \dots + (2,00)^2] - 52,375 = 0,0639$
- $JKG = 0,0639 - 0,0618 - 0,000075 = 0,002$

Tabel 76. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Warna

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Jumlah Rata-Rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,000075	0,000075	-	6,61
Perlakuan	5	0,061842	0,012368	31,31*	
Galat	5	0,001975	0,000395		
Total	11	0,063892			

Berdasarkan tabel ANAVA dapat diketahui bahwa $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ pada taraf 5%, maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berpengaruh nyata terhadap atribut warna *Cookies*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan

$$\text{➤ } S_y = \sqrt{\frac{0,0004}{2}} = 0,014$$

Tabel 77. Uji Lanjut Duncan Pengujian Organoleptik Atribut Warna

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan						Taraf Nyata 5%
			1	2	3	4	5	6	
-	-	1,98 (x_5)	-						a
3,64	0,051	2,01 (x_6)	0,03 ^{tn}	-					a
3,75	0,053	2,11 (x_1)	0,13*	0,10*	-				b
3,80	0,053	2,13 (x_2)	0,15*	0,12*	0,02 ^{tn}	-			bc
3,81	0,054	2,16 (x_4)	0,18*	0,15*	0,05 ^{tn}	0,03 ^{tn}	-		bc
3,81	0,054	2,17 (x_3)	0,19*	0,16*	0,06*	0,04 ^{tn}	0,01 ^{tn}	-	c

Tabel 78. Hasil Uji Organoleptik Atribut Warna

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata	Taraf Nyata 5%
x_1 (0%)	4,02	b
x_2 (10%)	4,14	bc
x_3 (20%)	4,24	c
x_4 (30%)	4,22	bc
x_5 (40%)	3,82	a
x_6 (50%)	3,64	a

Kesimpulan

Pada Tabel 78. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terjadi peningkatan nyata untuk atribut warna pada perlakuan x_1 terhadap x_2 dan terhadap x_3 , tetapi terjadi penurunan nyata pada perlakuan x_4 terhadap x_5 dan terjadi penurunan tidak berbeda nyata dari perlakuan x_5 terhadap x_6 . Dalam hal atribut warna nilai tertinggi terdapat pada perlakuan x_3 .

Lampiran 31. Hasil Analisis Organoleptik *Cookies* Atribut Aroma

Ulangan I

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	2	1,58	3	1,87	3	1,87	6	2,55	5	2,35
2	4	2,12	5	2,35	3	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
3	6	2,55	4	2,12	5	2,55	3	1,87	5	2,35	5	2,35
4	3	1,87	2	1,58	6	2,12	4	2,12	5	2,35	3	1,87
5	6	2,55	1	1,22	4	2,35	2	1,58	5	2,35	3	1,87
6	5	2,35	3	1,87	5	2,12	6	2,55	5	2,35	5	2,35
7	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	3	1,87	3	1,87
8	4	2,12	3	1,87	4	2,55	4	2,12	6	2,55	3	1,87
9	3	1,87	6	2,55	6	2,55	6	2,55	4	2,12	6	2,55
10	5	2,35	5	2,35	6	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35
11	5	2,35	3	1,87	5	1,87	4	2,12	6	2,55	4	2,12
12	3	1,87	5	2,35	3	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87
13	2	1,58	2	1,58	5	1,87	2	1,58	6	2,55	5	2,35
14	4	2,12	2	1,58	3	2,12	5	2,35	5	2,35	2	1,58
15	4	2,12	2	1,58	4	2,55	3	1,87	4	2,12	3	1,87
16	4	2,12	6	2,55	6	2,55	6	2,55	4	2,12	6	2,55
17	3	1,87	4	2,12	6	2,35	4	2,12	2	1,58	5	2,35
18	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12	6	2,55	6	2,55
19	6	2,55	6	2,55	5	1,87	6	2,55	5	2,35	5	2,35
20	5	2,35	3	1,87	3	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12
21	4	2,12	5	2,35	4	1,87	5	2,35	6	2,55	5	2,35
22	5	2,35	3	1,87	3	2,55	6	2,55	5	2,35	4	2,12
23	5	2,35	5	2,35	6	2,12	6	2,55	5	2,35	6	2,55
24	4	2,12	2	1,58	4	1,87	4	2,12	6	2,55	4	2,12
25	5	2,35	3	1,87	3	1,58	5	2,35	4	2,12	4	2,12
26	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	1	1,22	2	1,58
27	4	2,12	2	1,58	2	1,87	5	2,35	2	1,58	2	1,58
28	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58
29	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12	5	2,35	4	2,12
30	4	2,12	3	1,87	3	11,1 6	4	2,12	3	1,87	2	1,58
Jumlah	126,0 0	64,6 5	105,0 0	59,0 8	124,0 0	73,2 5	131,0 0	65,6 9	135,0 0	66,3 3	120,0 0	62,9 4
Rata-rata	4,20	2,15	3,50	1,97	4,13	2,44	4,37	2,19	4,50	2,21	4,00	2,10

Ulangan II

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	3	1,87	3	1,87	3	1,87	5	2,35	5	2,35
2	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12
3	6	2,55	5	2,35	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35
4	3	1,87	2	1,58	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87
5	6	2,55	1	1,22	5	2,35	3	1,87	5	2,35	3	1,87
6	5	2,35	3	1,87	5	2,35	6	2,55	4	2,12	5	2,35
7	3	1,87	3	1,87	4	2,12	4	2,12	4	2,12	3	1,87
8	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87
9	3	1,87	6	2,55	6	2,55	5	2,35	4	2,12	6	2,55
10	6	2,55	5	2,35	6	2,55	5	2,35	5	2,35	5	2,35
11	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	5	2,35	4	2,12
12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12
13	3	1,87	2	1,58	5	2,35	2	1,58	5	2,35	5	2,35
14	4	2,12	2	1,58	3	1,87	5	2,35	6	2,55	2	1,58
15	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87
16	4	2,12	6	2,55	5	2,35	6	2,55	4	2,12	6	2,55
17	3	1,87	4	2,12	6	2,55	4	2,12	3	1,87	5	2,35
18	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	6	2,55
19	6	2,55	6	2,55	5	2,35	6	2,55	5	2,35	5	2,35
20	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	6	2,55	4	2,12
21	4	2,12	5	2,35	4	2,12	5	2,35	6	2,55	5	2,35
22	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12
23	5	2,35	5	2,35	5	2,35	6	2,55	5	2,35	6	2,55
24	4	2,12	3	1,87	4	2,12	4	2,12	6	2,55	5	2,35
25	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12
26	3	1,87	3	1,87	2	1,58	3	1,87	2	1,58	2	1,58
27	4	2,12	2	1,58	2	1,58	5	2,35	2	1,58	2	1,58
28	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58
29	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	5	2,35	4	2,12
30	4	2,12	3	1,87	3	1,87	4	2,12	3	1,87	2	1,58
Jumlah	130,0 0	65,5 9	109,0 0	60,1 8	123,0 0	63,8 0	131,0 0	65,8 0	132,0 0	65,9 6	122,0 0	63,4 1
Rata-Rata	4,33	2,19	3,63	2,01	4,10	2,13	4,37	2,19	4,40	2,20	4,07	2,11

Tabel 79. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut Aroma

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	
1	4,5	4,2	4,37	4,13	4	3,5	24,7
2	4,4	4,33	4,37	4,1	4,07	3,63	24,9
Jumlah	8,9	8,53	8,74	8,23	8,07	7,13	49,6
Rata-rata	4,45	4,27	4,37	4,16	4,04	3,57	24,8

Tabel 80. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut Aroma

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	
1	2,21	2,15	2,19	2,44	2,1	1,97	13,06
2	2,2	2,19	2,19	2,13	2,11	2,01	12,83
Jumlah	4,41	4,34	4,38	4,57	4,21	3,98	25,89
Rata-rata	2,21	2,17	2,19	2,285	2,11	1,99	12,945

Tabel 81. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Aroma

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Jumlah Rata-Rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,004400	0,0044	-	6,61
Perlakuan	5	0,101070	0,0202	2,23 ^{tn}	
Galat	5	0,045350	0,0091		
Total	11	0,150820			

Tabel 82. Hasil Uji Organoleptik Atribut Aroma

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata
x ₁ (0%)	4,45
x ₂ (10%)	4,27
x ₃ (20%)	4,37
x ₄ (30%)	4,16
x ₅ (40%)	4,04
x ₆ (50%)	3,57

Kesimpulan

Pada Tabel 80. dapat diketahui bahwa pada atribut aroma konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi tidak berpengaruh nyata antar perlakuannya dan didapatkan nilai tertinggi pada atribut aroma pada perlakuan x_1 .

Lampiran 32. Hasil Analisis Organoleptik *Cookies* Atribut Rasa

Ulangan I

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	6	2,55	3	1,87
2	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	4	2,12	4	2,12
3	5	2,35	3	1,87	3	1,87	4	2,12	5	2,35	3	1,87
4	4	2,12	1	1,22	5	2,35	2	1,58	5	2,35	4	2,12
5	6	2,55	4	2,12	5	2,35	1	1,22	3	1,87	2	1,58
6	5	2,35	4	2,12	4	2,12	6	2,55	5	2,35	3	1,87
7	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	6	2,55	2	1,58
8	5	2,35	2	1,58	4	2,12	5	2,35	6	2,55	1	1,22
9	5	2,35	6	2,55	6	2,55	6	2,55	6	2,55	4	2,12
10	5	2,35	2	1,58	4	2,12	6	2,55	5	2,35	4	2,12
11	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	4	2,12	3	1,87
12	5	2,35	2	1,58	3	1,87	5	2,35	6	2,55	3	1,87
13	6	2,55	4	2,12	6	2,55	3	1,87	6	2,55	5	2,35
14	3	1,87	1	1,22	2	1,58	2	1,58	4	2,12	2	1,58
15	5	2,35	3	1,87	1	1,22	3	1,87	4	2,12	2	1,58
16	6	2,55	1	1,22	3	1,87	2	1,58	4	2,12	5	2,35
17	5	2,35	2	1,58	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
18	5	2,35	3	1,87	4	2,12	4	2,12	6	2,55	3	1,87
19	6	2,55	2	1,58	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12
20	4	2,12	2	1,58	3	1,87	4	2,12	6	2,55	5	2,35
21	4	2,12	2	1,58	5	2,35	2	1,58	3	1,87	5	2,35
22	4	2,12	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87
23	5	2,35	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	4	2,12
24	5	2,35	6	2,55	4	2,12	6	2,55	6	2,55	4	2,12
25	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12
26	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	1	1,22	5	2,35
27	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	4	2,12	2	1,58
28	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	2	1,58
29	6	2,55	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
30	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	2	1,58
Jumlah	144,00	68,80	94,00	56,18	119,00	62,67	123,00	63,45	144,00	68,49	102,00	58,55
Rata-rata	4,80	2,29	3,13	1,87	3,97	2,09	4,10	2,11	4,80	2,28	3,40	1,95

Ulangan II

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5	2,35	3	1,87	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87
2	5	2,35	4	2,12	3	1,87	5	2,35	3	1,87	3	1,87
3	5	2,35	3	1,87	3	1,87	5	2,35	5	2,35	3	1,87
4	4	2,12	2	1,58	5	2,35	3	1,87	5	2,35	4	2,12
5	6	2,55	4	2,12	5	2,35	2	1,58	3	1,87	2	1,58
6	5	2,35	4	2,12	4	2,12	6	2,55	5	2,35	4	2,12
7	4	2,12	3	1,87	4	2,12	3	1,87	6	2,55	3	1,87
8	5	2,35	2	1,58	4	2,12	5	2,35	5	2,35	1	1,22
9	6	2,55	5	2,35	6	2,55	6	2,55	6	2,55	4	2,12
10	5	2,35	3	1,87	4	2,12	6	2,55	5	2,35	4	2,12
11	5	2,35	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87
12	5	2,35	2	1,58	3	1,87	5	2,35	6	2,55	3	1,87
13	6	2,55	4	2,12	6	2,55	3	1,87	6	2,55	6	2,55
14	3	1,87	2	1,58	2	1,58	2	1,58	4	2,12	2	1,58
15	6	2,55	3	1,87	1	1,22	3	1,87	4	2,12	2	1,58
16	6	2,55	1	1,22	3	1,87	1	1,22	4	2,12	5	2,35
17	5	2,35	2	1,58	5	2,35	4	2,12	3	1,87	4	2,12
18	6	2,55	3	1,87	4	2,12	4	2,12	6	2,55	3	1,87
19	6	2,55	2	1,58	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12
20	4	2,12	2	1,58	3	1,87	4	2,12	6	2,55	5	2,35
21	5	2,35	2	1,58	5	2,35	2	1,58	3	1,87	5	2,35
22	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	5	2,35	3	1,87
23	5	2,35	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12	4	2,12
24	5	2,35	5	2,35	4	2,12	6	2,55	6	2,55	4	2,12
25	5	2,35	3	1,87	4	2,12	5	2,35	6	2,55	4	2,12
26	4	2,12	4	2,12	3	1,87	5	2,35	1	1,22	5	2,35
27	2	1,58	2	1,58	1	1,22	2	1,58	4	2,12	2	1,58
28	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	3	1,87
29	6	2,55	3	1,87	4	2,12	5	2,35	5	2,35	5	2,35
30	5	2,35	5	2,35	5	2,35	4	2,12	5	2,35	2	1,58
Jumlah	149,0 0	69,8 6	96,0 0	57,0 0	119,0 0	62,6 7	124,0 0	63,7 1	142,0 0	68,0 6	105,0 0	59,3 4
Rata-Rata	4,97	2,33	3,20	1,90	3,97	2,09	4,13	2,12	4,73	2,27	3,50	1,98

Tabel 83. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut Rasa

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
1	4,8	4,8	4,1	3,37	3,4	3,13	23,6
2	4,73	4,97	4,13	3,97	3,5	3,29	24,59
Jumlah	9,53	9,77	8,23	7,34	6,9	6,42	48,19
Rata-rata	4,77	4,89	4,12	3,67	3,45	3,21	24,095

Tabel 84. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut Rasa

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
1	2,28	2,29	2,11	2,09	1,95	1,87	12,59
2	2,27	2,33	2,12	2,09	1,98	1,9	12,69
Jumlah	4,55	4,62	4,23	4,18	3,93	3,77	25,28
Rata-rata	2,28	2,31	2,12	2,09	1,97	1,89	12,64

Perhitungan

- $FK = \frac{25,28^2}{2 \times 6} = 53,257$
- $JKK = \left[\frac{(12,59)^2 + (12,69)^2}{6} \right] - 53,257 = 0,0008$
- $JKP = \left[\frac{(4,55)^2 + (3,62)^2 + (4,23)^2 + (4,18)^2 + (3,93)^2 + (3,77)^2}{2} \right] - 53,257 = 0,2785$
- $JKT = [(2,28)^2 + (2,29)^2 \dots + (1,90)^2] - 53,257 = 0,2803$
- $JKG = 0,2803 - 0,2785 - 0,0008 = 0,001$

Tabel 85. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Rasa

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Jumlah Rata-Rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,000833	0,000833	-	6,61
Perlakuan	5	0,278467	0,055693	288,07*	
Galat	5	0,000967	0,000193		
Total	11	0,280267			

Berdasarkan tabel ANAVA dapat diketahui bahwa $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ pada taraf 5%, maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berpengaruh nyata terhadap atribut rasa *Cookies*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan

$$\text{➤ } S_y = \sqrt{\frac{0,000193}{2}} = 0,0098$$

Tabel 86. Uji Lanjut Duncan Pengujian Organoleptik Atribut Rasa

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan						Taraf Nyata
			1	2	3	4	5	6	
		1,89 (x_6)	-						a
3,64	0,0357	1,97 (x_5)	0,08*	-					b
3,75	0,0369	2,09 (x_4)	0,2*	0,12*	-				c
3,80	0,0373	2,12 (x_3)	0,23*	0,15*	0,030 ^m	-			c
3,81	0,0375	2,28 (x_2)	0,39*	0,31*	0,19*	0,16*	-		d
3,81	0,0375	2,31 (x_1)	0,42*	0,34*	0,22*	0,19*	0,30 ^m	-	d

Tabel 87. Hasil Uji Organoleptik Atribut Rasa

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata	Taraf Nyata 5%
x_1 (0%)	4,77	d
x_2 (10%)	4,89	d
x_3 (20%)	4,12	c
x_4 (30%)	3,67	c
x_5 (40%)	3,45	b
x_6 (50%)	3,21	a

Kesimpulan

Pada Tabel 87. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terjadi peningkatan tidak berbeda nyata pada perlakuan x_1 terhadap x_2 yang diikuti penurunan pada perlakuan x_2 terhadap x_3 , x_4 , x_5 , dan x_6 . Tetapi terjadi penurunan tidak berbeda nyata perlakuan x_3 terhadap x_4 . Dalam hal atribut rasa nilai tertinggi terdapat pada perlakuan x_2 .

Lampiran 33. Hasil Analisis Organoleptik *Cookies* Atribut Tekstur

Ulangan I

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	3,00	1,87	2,00	1,58	5,00	2,35	5,00	2,35	6,00	2,55	3,00	1,87
2	2,00	1,58	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12	4,00	2,12
3	4,00	2,12	2,00	1,58	2,00	1,58	4,00	2,12	2,00	1,58	5,00	2,35
4	3,00	1,87	2,00	1,58	6,00	2,55	1,00	1,22	5,00	2,35	2,00	1,58
5	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	2,00	1,58	6,00	2,55	1,00	1,22
6	5,00	2,35	4,00	2,12	4,00	2,12	6,00	2,55	6,00	2,55	4,00	2,12
7	4,00	2,12	3,00	1,87	4,00	2,12	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12
8	5,00	2,35	2,00	1,58	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	4,00	2,12
9	5,00	2,35	6,00	2,55	6,00	2,55	6,00	2,55	4,00	2,12	6,00	2,55
10	6,00	2,55	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	6,00	2,55	5,00	2,35
11	5,00	2,35	2,00	1,58	2,00	1,58	4,00	2,12	2,00	1,58	2,00	1,58
12	5,00	2,35	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	2,00	1,58
13	6,00	2,55	2,00	1,58	2,00	1,58	5,00	2,35	6,00	2,55	1,00	1,22
14	3,00	1,87	2,00	1,58	4,00	2,12	5,00	2,35	1,00	1,22	2,00	1,58
15	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12	2,00	1,58
16	5,00	2,35	2,00	1,58	5,00	2,35	4,00	2,12	6,00	2,55	6,00	2,55
17	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	3,00	1,87	4,00	2,12
18	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	4,00	2,12
19	5,00	2,35	5,00	2,35	5,00	2,35	6,00	2,55	6,00	2,55	6,00	2,55
20	4,00	2,12	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87	5,00	2,35
21	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87	2,00	1,58	4,00	2,12
22	5,00	2,35	3,00	1,87	5,00	2,35	4,00	2,12	5,00	2,35	3,00	1,87
23	6,00	2,55	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	4,00	2,12
24	6,00	2,55	3,00	1,87	5,00	2,35	5,00	2,35	6,00	2,55	4,00	2,12
25	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35
26	4,00	2,12	2,00	1,58	1,00	1,22	2,00	1,58	5,00	2,35	4,00	2,12
27	3,00	1,87	2,00	1,58	2,00	1,58	1,00	1,22	1,00	1,22	2,00	1,58
28	6,00	2,55	4,00	2,12	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
29	5,00	2,35	6,00	2,55	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87	3,00	1,87
30	6,00	2,55	4,00	2,12	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
Jumlah	137,00	67,10	99,00	57,74	118,00	62,45	123,00	63,47	132,00	65,34	107,00	59,53
Rata-rata	4,57	2,24	3,30	1,92	3,93	2,08	4,10	2,12	4,40	2,18	3,57	1,98

Ulangan II

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	3,00	1,87	3,00	1,87	5,00	2,35	4,00	2,12	6,00	2,55	3,00	1,87
2	2,00	1,58	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12
3	4,00	2,12	2,00	1,58	3,00	1,87	4,00	2,12	3,00	1,87	5,00	2,35
4	3,00	1,87	2,00	1,58	5,00	2,35	1,00	1,22	5,00	2,35	2,00	1,58
5	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	2,00	1,58	5,00	2,35	1,00	1,22
6	5,00	2,35	4,00	2,12	5,00	2,35	6,00	2,55	6,00	2,55	4,00	2,12
7	4,00	2,12	3,00	1,87	5,00	2,35	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12
8	6,00	2,55	2,00	1,58	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12	4,00	2,12
9	6,00	2,55	6,00	2,55	6,00	2,55	6,00	2,55	5,00	2,35	6,00	2,55
10	6,00	2,55	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	5,00	2,35	5,00	2,35
11	5,00	2,35	3,00	1,87	2,00	1,58	4,00	2,12	2,00	1,58	2,00	1,58
12	5,00	2,35	3,00	1,87	2,00	1,58	4,00	2,12	5,00	2,35	2,00	1,58
13	6,00	2,55	2,00	1,58	3,00	1,87	5,00	2,35	6,00	2,55	1,00	1,22
14	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	1,00	1,22	2,00	1,58
15	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	2,00	1,58
16	5,00	2,35	2,00	1,58	5,00	2,35	4,00	2,12	5,00	2,35	6,00	2,55
17	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	4,00	2,12	4,00	2,12
18	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12
19	5,00	2,35	5,00	2,35	5,00	2,35	6,00	2,55	6,00	2,55	6,00	2,55
20	4,00	2,12	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87	5,00	2,35
21	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12
22	5,00	2,35	3,00	1,87	5,00	2,35	3,00	1,87	5,00	2,35	3,00	1,87
23	6,00	2,55	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	4,00	2,12
24	5,00	2,35	3,00	1,87	5,00	2,35	5,00	2,35	6,00	2,55	4,00	2,12
25	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35
26	4,00	2,12	3,00	1,87	1,00	1,22	2,00	1,58	5,00	2,35	4,00	2,12
27	3,00	1,87	2,00	1,58	2,00	1,58	1,00	1,22	2,00	1,58	2,00	1,58
28	6,00	2,55	4,00	2,12	3,00	1,87	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
29	5,00	2,35	5,00	2,35	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87	3,00	1,87
30	6,00	2,55	4,00	2,12	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
Jumlah	138,00	67,31	102,00	58,69	119,00	62,73	121,00	63,00	130,00	65,21	107,00	59,53
Rata-rata	4,60	2,24	3,40	1,96	3,97	2,09	4,03	2,10	4,33	2,17	3,57	1,98

Tabel 88. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut Tekstur

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
1	4,4	4,57	4,1	3,93	3,57	3,3	23,87
2	4,33	4,6	4,03	3,97	3,57	3,4	23,9
Jumlah	8,73	9,17	8,13	7,9	7,14	6,7	47,77
Rata-rata	4,37	4,59	4,07	3,95	3,57	3,35	23,885

Tabel 89. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut Tekstur

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
1	2,18	2,24	2,12	2,08	1,98	1,92	12,52
2	2,17	2,24	2,1	2,09	1,98	1,96	12,54
Jumlah	4,35	4,48	4,22	4,17	3,96	3,88	25,06
Rata-rata	2,18	2,24	2,11	2,085	1,98	1,94	12,53

Perhitungan

- $FK = \frac{25,06^2}{2 \times 6} = 52,334$
- $JKK = \left[\frac{(12,52)^2 + (12,54)^2}{6} \right] - 52,334 = 0,000033$
- $JKP = \left[\frac{(4,35)^2 + (4,48)^2 + (4,22)^2 + (4,17)^2 + (3,96)^2 + (3,88)^2}{2} \right] - 52,334 = 0,129467$
- $JKT = [(2,18)^2 + (2,24)^2 \dots + (1,96)^2] - 52,334 = 0,130567$
- $JKG = 0,120567 - 0,129467 - 0,000033 = 0,001067$

Tabel 90. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Jumlah Rata-Rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,000033	0,000033	-	6,61
Perlakuan	5	0,129467	0,025893	121,34*	
Galat	5	0,001067	0,000213		
Total	11	0,130567			

Berdasarkan tabel ANAVA dapat diketahui bahwa $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ pada taraf 5%, maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berpengaruh nyata terhadap atribut tekstur *Cookies*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan

$$S_y = \sqrt{\frac{0,000213}{2}} = 0,01033$$

Tabel 91. Uji Lanjut Duncan Pengujian Organoleptik Atribut Tekstur

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan						Taraf Nyata
			1	2	3	4	5	6	
-	-	1,94 (x ₆)	-						a
3,64	0,0375	1,98 (x ₅)	0,04*	-					b
3,75	0,0387	2,09 (x ₄)	0,15*	0,11*	-				c
3,80	0,0392	2,11 (x ₃)	0,17*	0,13*	0,025 ^{tn}	-			c
3,81	0,0394	2,18 (x ₁)	0,24*	0,20*	0,090*	0,065*	-		d
3,81	0,0394	2,24 (x ₂)	0,30*	0,26*	0,155*	0,130*	0,065*	-	e

Tabel 92. Hasil Uji Organoleptik Atribut Tekstur

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata	Taraf Nyata 5%
x ₁ (0%)	4,37	d
x ₂ (10%)	4,59	e
x ₃ (20%)	4,07	c
x ₄ (30%)	3,95	c
x ₅ (40%)	3,57	b
x ₆ (50%)	3,35	a

Kesimpulan

Pada Tabel 92. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terjadi peningkatan nyata pada perlakuan x_1 terhadap x_2 yang diikuti penurunan pada perlakuan x_2 terhadap x_3 , x_4 , x_5 , dan x_6 . Tetapi terjadi penurunan tidak berbeda nyata pada perlakuan x_3 terhadap x_4 . Dalam hal atribut tekstur nilai tertinggi terdapat pada perlakuan x_2 .

Lampiran 34. Hasil Analisis Organoleptik *Cookies* Atribut *After taste*

Ulangan I

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5,00	2,35	2,00	1,58	4,00	2,12	5,00	2,35	6,00	2,55	2,00	1,58
2	3,00	1,87	5,00	2,35	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
3	5,00	2,35	1,00	1,22	2,00	1,58	3,00	1,87	5,00	2,35	2,00	1,58
4	5,00	2,35	1,00	1,22	5,00	2,35	1,00	1,22	5,00	2,35	5,00	2,35
5	4,00	2,12	2,00	1,58	5,00	2,35	3,00	1,87	6,00	2,55	1,00	1,22
6	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	6,00	2,55	4,00	2,12
7	4,00	2,12	4,00	2,12	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	4,00	2,12
8	6,00	2,55	2,00	1,58	3,00	1,87	5,00	2,35	6,00	2,55	2,00	1,58
9	5,00	2,35	6,00	2,55	6,00	2,55	6,00	2,55	6,00	2,55	4,00	2,12
10	6,00	2,55	2,00	1,58	2,00	1,58	6,00	2,55	5,00	2,35	4,00	2,12
11	5,00	2,35	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87
12	4,00	2,12	2,00	1,58	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	3,00	1,87
13	6,00	2,55	2,00	1,58	6,00	2,55	4,00	2,12	6,00	2,55	1,00	1,22
14	5,00	2,35	1,00	1,22	2,00	1,58	3,00	1,87	5,00	2,35	1,00	1,22
15	4,00	2,12	3,00	1,87	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12	2,00	1,58
16	6,00	2,55	3,00	1,87	4,00	2,12	1,00	1,22	1,00	1,22	4,00	2,12
17	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	2,00	1,58	3,00	1,87
18	5,00	2,35	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12
19	5,00	2,35	3,00	1,87	3,00	1,87	6,00	2,55	6,00	2,55	3,00	1,87
20	4,00	2,12	2,00	1,58	2,00	1,58	5,00	2,35	5,00	2,35	4,00	2,12
21	6,00	2,55	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
22	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	4,00	2,12	4,00	2,12	3,00	1,87
23	4,00	2,12	4,00	2,12	6,00	2,55	6,00	2,55	4,00	2,12	5,00	2,35
24	6,00	2,55	2,00	1,58	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	3,00	1,87
25	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	6,00	2,55	4,00	2,12
26	2,00	1,58	1,00	1,22	1,00	1,22	2,00	1,58	5,00	2,35	4,00	2,12
27	3,00	1,87	2,00	1,58	1,00	1,22	2,00	1,58	1,00	1,22	2,00	1,58
28	5,00	2,35	3,00	1,87	3,00	1,87	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
29	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	3,00	1,87	6,00	2,55	3,00	1,87
30	5,00	2,35	3,00	1,87	3,00	1,87	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
Jumlah	143,00	68,53	81,00	52,84	106,00	59,39	125,00	63,89	146,00	68,70	92,00	55,94
Rata-rata	4,77	2,28	2,70	1,76	3,53	1,98	4,17	2,13	4,87	2,29	3,07	1,86

Ulangan II

Panelis	Kode Sampel											
	905		498		321		517		815		639	
	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT	DA	DT
1	5,00	2,35	2,00	1,58	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
2	3,00	1,87	5,00	2,35	5,00	2,35	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87
3	5,00	2,35	2,00	1,58	2,00	1,58	3,00	1,87	5,00	2,35	2,00	1,58
4	5,00	2,35	1,00	1,22	5,00	2,35	1,00	1,22	5,00	2,35	5,00	2,35
5	4,00	2,12	1,00	1,22	5,00	2,35	3,00	1,87	6,00	2,55	2,00	1,58
6	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	6,00	2,55	5,00	2,35	4,00	2,12
7	4,00	2,12	4,00	2,12	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12
8	6,00	2,55	2,00	1,58	3,00	1,87	5,00	2,35	6,00	2,55	3,00	1,87
9	5,00	2,35	6,00	2,55	6,00	2,55	5,00	2,35	6,00	2,55	4,00	2,12
10	6,00	2,55	2,00	1,58	3,00	1,87	6,00	2,55	5,00	2,35	4,00	2,12
11	6,00	2,55	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87
12	5,00	2,35	2,00	1,58	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	2,00	1,58
13	6,00	2,55	2,00	1,58	6,00	2,55	4,00	2,12	6,00	2,55	1,00	1,22
14	5,00	2,35	1,00	1,22	2,00	1,58	3,00	1,87	4,00	2,12	1,00	1,22
15	4,00	2,12	4,00	2,12	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12	2,00	1,58
16	6,00	2,55	3,00	1,87	4,00	2,12	2,00	1,58	1,00	1,22	4,00	2,12
17	4,00	2,12	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	3,00	1,87	3,00	1,87
18	4,00	2,12	3,00	1,87	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12
19	5,00	2,35	3,00	1,87	3,00	1,87	6,00	2,55	6,00	2,55	3,00	1,87
20	4,00	2,12	2,00	1,58	2,00	1,58	5,00	2,35	5,00	2,35	4,00	2,12
21	6,00	2,55	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
22	5,00	2,35	4,00	2,12	5,00	2,35	4,00	2,12	4,00	2,12	3,00	1,87
23	4,00	2,12	4,00	2,12	6,00	2,55	6,00	2,55	4,00	2,12	5,00	2,35
24	6,00	2,55	3,00	1,87	3,00	1,87	5,00	2,35	6,00	2,55	3,00	1,87
25	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	5,00	2,35	6,00	2,55	4,00	2,12
26	2,00	1,58	1,00	1,22	2,00	1,58	2,00	1,58	5,00	2,35	4,00	2,12
27	2,00	1,58	1,00	1,22	1,00	1,22	2,00	1,58	1,00	1,22	2,00	1,58
28	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87	5,00	2,35	5,00	2,35	3,00	1,87
29	5,00	2,35	3,00	1,87	4,00	2,12	3,00	1,87	5,00	2,35	3,00	1,87
30	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87	5,00	2,35	4,00	2,12	3,00	1,87
Jumlah	142,00	68,22	85,00	53,77	110,00	60,48	126,00	64,27	140,00	67,50	94,00	56,59
Rata-rata	4,73	2,27	2,83	1,79	3,67	2,02	4,20	2,14	4,67	2,25	3,13	1,89

Tabel 93. Data Asli Rata-rata Organoleptik Atribut *After taste*

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
1	4,87	4,77	4,17	3,53	3,07	2,7	23,11
2	4,67	4,73	4,2	3,67	3,13	2,83	23,23
Jumlah	9,54	9,5	8,37	7,2	6,2	5,53	46,34
Rata-rata	4,77	4,75	4,19	3,6	3,10	2,77	23,17

Tabel 94. Data Transformasi Rata-rata Organoleptik Atribut *After taste*

Ulangan	Perlakuan						Nilai Total
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	
1	2,29	2,28	2,13	1,98	1,86	1,76	12,3
2	2,25	2,27	2,14	2,02	1,89	1,79	12,36
Jumlah	4,54	4,55	4,27	4	3,75	3,55	24,66
Rata-rata	2,27	2,275	2,14	2	1,88	1,78	12,33

Perhitungan

- $FK = \frac{24,66^2}{2 \times 6} = 50,676$
- $JKK = \left[\frac{(12,30)^2 + (12,36)^2}{6} \right] - 50,676 = 0,0003$
- $JKP = \left[\frac{(4,54)^2 + (4,55)^2 + (4,27)^2 + (4,00)^2 + (3,75)^2 + (3,55)^2}{2} \right] - 50,676 = 0,4297$
- $JKT = [(2,29)^2 + (2,28)^2 \dots + (1,79)^2] - 50,676 = 0,4323$
- $JKG = 0,4323 - 0,4297 - 0,0003 = 0,0023$

Tabel 95. ANAVA Hasil Pengujian Organoleptik Atribut *After taste*

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Jumlah Rata-Rata Kuadrat	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	1	0,000300	0,0003	-	6,61
Perlakuan	5	0,429700	0,08594	186,83*	
Galat	5	0,002300	0,00046		
Total	11	0,432300			

Kesimpulan

Berdasarkan tabel ANAVA dapat diketahui bahwa $F_{\text{Hitung}} > F_{\text{Tabel}}$ pada taraf 5%, maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi berpengaruh nyata terhadap atribut *After taste Cookies*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut Duncan

$$S_y = \sqrt{\frac{0,00046}{2}} = 0,01517$$

Tabel 96. Uji Lanjut Duncan Pengujian Organoleptik Atribut *After taste*

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata Perlakuan	Perlakuan						Taraf Nyata
			1	2	3	4	5	6	
-	-	1,78 (x ₆)	-						a
3,635	0,055	1,88 (x ₅)	0,10*	-					b
3,749	0,057	2,00 (x ₄)	0,23*	0,13*	-				c
3,796	0,058	2,14 (x ₃)	0,36*	0,26*	0,14*	-			d
3,814	0,058	2,27 (x ₁)	0,50*	0,40*	0,27*	0,14*	-		e
3,814	0,058	2,28 (x ₂)	0,50*	0,40*	0,28*	0,14*	0,005 ^m	-	e

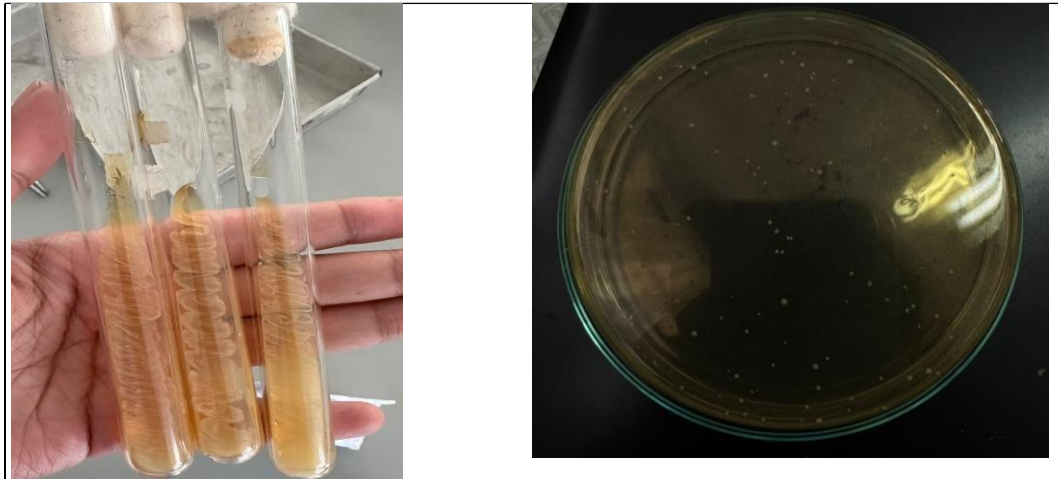
Tabel 97. Hasil Uji Organoleptik Atribut *After taste*

Konsentrasi Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi (%)	Rata-Rata	Taraf Nyata 5%
x ₁ (0%)	4,77	e
x ₂ (10%)	4,75	e
x ₃ (20%)	5,19	d
x ₄ (30%)	3,60	c
x ₅ (40%)	3,10	b
x ₆ (50%)	2,77	a

Kesimpulan

Pada Tabel 97. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi tepung kacang koro pedang termodifikasi terjadi penurunan tidak berbeda nyata pada perlakuan x_1 terhadap x_2 yang diikuti penurunan pada perlakuan x_2 terhadap x_3 , x_4 , x_5 , dan x_3 . Dalam hal atribut *after taste* nilai tertinggi terdapat pada perlakuan x_1 .

Lampiran 35. Dokumentasi Penelitian



Gambar 38. Kultivasi dan Analisis *Total Plate Count* (TPC)



Gambar 39. Pengujian Perhitungan Bakter menggunakan metode McFarland



Gambar 40. Proses Fermentasi dan Produk Tepung Kacang Koro Pedang Termodifikasi



Gambar 41. Produk *Cookies*



Gambar 42. Pengujian Kadar Abu dan Kadar Air metode Gravimetri



Gambar 43. Pengujian Kadar Protein metode Kjeldahl dan Kadar Lemak Metode Ekstraksi



Gambar 44. Pengujian Kadar HCN metode Destilasi dan Kadar Pati Metode *Luff Schoorl*



Gambar 45. Pengujian pH dengan pH Meter dan Uji Tekstur Kekerasan dengan Penetrometer



Gambar 46. Uji Organoleptik