

**PENGARUH PERBANDINGAN TEPUNG TERUBUK
(*Saccharum edule*) DENGAN KALDU SIDAT BUBUK (*Anguilla
bicolor*) TERHADAP KARAKTERISTIK SEREAL INSTAN
BERBASIS TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*)**

TUGAS AKHIR

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

Oleh:

**Pinasti Giwangkara
22.302.0042**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2026**

ABSTRAK

PENGARUH PERBANDINGAN TEPUNG TERUBUK (*Saccharum edule*) DENGAN KALDU SIDAT BUBUK (*Anguilla bicolor*) TERHADAP KARAKTERISTIK SEREAL INSTAN BERBASIS TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*)

Oleh :

Pinasti Giwangkara

NPM: 22.302.0042

(Program Studi Teknologi Pangan)

Rendahnya kebiasaan sarapan masyarakat Indonesia dan ketergantungan terhadap bahan baku impor mendorong inovasi pangan fungsional berbasis bahan lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan tepung terubuk (*Saccharum edule*) dengan kaldu tulang sidat bubuk (*Anguilla bicolor*) terhadap karakteristik sereal instan berbasis tepung MOCAF.

Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor dengan lima taraf perlakuan perbandingan tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk ($a_1 = 1:1$; $a_2 = 2:1$; $a_3 = 3:2$; $a_4 = 4:3$; $a_5 = 5:4$) dan tiga ulangan.

Penelitian tahap I menunjukkan bahwa tepung terubuk memiliki kadar serat kasar rata-rata sebesar 7,76%, sedangkan kaldu tulang sidat bubuk memiliki kadar protein rata-rata sebesar 23,72%. Pada penelitian tahap II, variasi perbandingan kedua bahan berpengaruh nyata terhadap seluruh respon kimia dan fisik. Seluruh formulasi yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu sereal instan berdasarkan SNI 01-4270-1996, yaitu kadar air maksimal 3%, kadar abu maksimal 4%, kadar protein minimal 5%, kadar lemak minimal 7%, kadar karbohidrat minimal 60%, dan kadar serat kasar maksimal 0,7%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi tepung terubuk dan kaldu tulang sidat bubuk berpotensi digunakan sebagai bahan baku sereal instan fungsional yang bergizi dan berbasis pangan lokal.

Kata kunci: kaldu sidat bubuk, MOCAF, sereal instan, pangan fungsional, tepung terubuk.

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE COMPARISON OF TERUBUK FLOUR (*Saccharum edule*) WITH POWDERED EEL BROTH (*Anguilla bicolor*) ON THE CHARACTERISTICS OF INSTANT CEREAL BASED ON MOCAF FLOUR (Modified Cassava Flour)

By:

Pinasti Giwangkara

NPM: 22.302.0042

(Departement Of Food Technology)

*The low prevalence of breakfast consumption among Indonesians, coupled with a heavy dependence on imported raw materials, has driven the development of functional food innovations utilizing locally sourced ingredients. This study aimed to determine the effect of varying ratios of terubuk flour (*Saccharum edule*) to powdered sidat bone broth (*Anguilla bicolor*) on the characteristics of MOCAF flour-based instant cereal.*

A Randomized Block Design (RBD) with a single factor was employed, consisting of five treatment levels of terubuk flour to powdered sidat bone broth ratios ($a_1 = 1:1$; $a_2 = 2:1$; $a_3 = 3:2$; $a_4 = 4:3$; $a_5 = 5:4$) in triplicate.

Phase I of the study revealed that terubuk flour had a mean crude fiber content of 7.76%, while powdered sidat bone broth had a mean protein content of 23.72%. In Phase II, variations in the ratio of the two ingredients had a significant effect on all chemical and physical response variables. All formulations produced met the instant cereal quality standards stipulated in SNI 01-4270-1996, namely a maximum moisture content of 3%, maximum ash content of 4%, minimum protein content of 5%, minimum fat content of 7%, minimum carbohydrate content of 60%, and maximum crude fiber content of 0.7%. These findings indicate that the combination of terubuk flour and powdered sidat bone broth holds considerable potential as a raw material for nutritious, locally based functional instant cereal products.

Keywords: *powdered sidat bone broth, MOCAF, instant cereal, functional food, terubuk flour.*

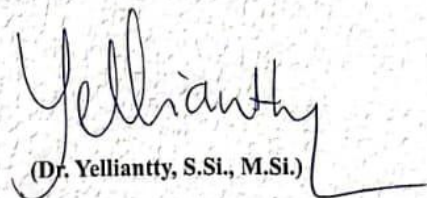
**PENGARUH PERBANDINGAN TEPUNG TERUBUK
(*Saccharum edule*) DENGAN KALDU SIDAT BUBUK (*Anguilla
bicolor*) TERHADAP KARAKTERISTIK SEREAL INSTAN
BERBASIS TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*)**

Oleh:
Pinasti Giwangkara
22.302.0042
(Program Studi Teknologi Pangan)

Fakultas Teknik
Universitas Pasundan

Menyetujui,
Pembimbing
Tanggal 15 - 07 - 2026

Pembimbing


(Dr. Yellianty, S.Si., M.Si.)

**PENGARUH PERBANDINGAN TEPUNG TERUBUK
(*Saccharum edule*) DENGAN KALDU SIDAT BUBUK (*Anguilla
bicolor*) TERHADAP KARAKTERISTIK SEREAL INSTAN
BERBASIS TEPUNG MOCAF (*Modified Cassava Flour*)**

Oleh:
Pinasti Giwangkara
22.302.0042
(Program Studi Teknologi Pangan)

Fakultas Teknik
Universitas Pasundan

Mengetahui,
Koordinator Pembelajaran dan Kemahasiswaan
Program Studi Teknologi Pangan
Tanggal 15 - 07 - 2026

Koordinator Pembelajaran dan Kemahasiswaan
Program Studi Teknologi Pangan



(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 kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

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

Giwangkara, P. (2026): Pengaruh Perbandingan Tepung Terubuk (*Saccharum Edule*) Dengan Kaldu Sidat Bubuk (*Anguilla Bicolor*) Terhadap Karakteristik Sereal Instan Berbasis Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*)

dan dalam bahasa Inggris sebagai berikut:

Giwangkara, P. (2026): *The Effect Of The Comparison Of Terubuk Flour (Saccharum Edule) With Powdered Broth (Anguilla Bicolor) On The Characteristics Of Instant Cereal Based On Mocaf Flour (Modified Cassava Flour)*

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

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirabbil 'alamin, puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala karena atas rahmat, karunia, dan kehendak-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **"Pengaruh Perbandingan Tepung Terubuk (*Saccharum edule*) dengan Kaldu Tulang Sidat Bubuk (*Anguilla bicolor*) terhadap Karakteristik Sereal Instan Berbasis Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*)"** dengan tepat waktu.

Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'alaihi wasallam beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya hingga akhir zaman. Aamiin ya Rabbal 'alamin.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis menyadari bahwa banyak pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, bimbingan, serta doa sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Yelliantty, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, serta masukan kepada penulis selama penyusunan Laporan Tugas Akhir. Terima kasih atas waktu, perhatian, dan kesabaran yang telah diberikan dalam membimbing penulis sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Nabila Marthia, S.T., M.Si.P selaku dosen penguji I yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membantu dalam memperbaiki serta menyempurnakan Laporan Tugas Akhir ini. Terima kasih atas masukan yang diberikan sehingga laporan ini menjadi lebih baik.
3. Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si selaku dosen penguji II yang telah memberikan masukan dan evaluasi yang membangun sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat tersusun dengan lebih baik.
4. Rizal Maulana Ghaffar, S.T., M.T. selaku Koordinator Pembelajaran dan Kemahasiswaan Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.

5. Jaka Rukmana, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknologi Pangan dan Dr. Ira Endah Rohima, S.T., M.Si. selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.
6. Kedua orang tua tercinta, Babeh Nana dan Ibu Rina, yang selalu menjadi sumber kekuatan terbesar bagi penulis. Terima kasih atas segala doa yang tidak pernah terputus, kasih sayang yang tulus, pengorbanan yang tidak terhingga, serta dukungan moral dan material yang senantiasa diberikan kepada penulis. Berkat cinta, doa, dan perjuangan Babeh dan Ibu, penulis mampu melewati setiap tantangan hingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik.
7. Kak Nadifa dan Teh Ninda selaku kakak sepupu penulis yang telah menemani dan kebersamai penulis sejak kecil hingga saat ini. Terima kasih karena selalu hadir untuk mendengarkan keluh kesah, memberikan motivasi ketika penulis merasa lelah dan ragu, serta menjadi salah satu sumber kekuatan bagi penulis selama menjalani perkuliahan hingga proses penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
8. Inne Sulastri, Vanny Valisa, dan Tresna Alya Widayani yang telah kebersamai perjalanan penulis selama 10 tahun. Terima kasih telah menjadi tempat pulang bagi penulis, tempat berbagi cerita, tawa, air mata, serta keluh kesah dalam berbagai fase kehidupan. Terima kasih telah tumbuh bersama penulis dan menjadi bagian penting dalam setiap perjalanan hidup penulis hingga saat ini.
9. Safana Gustiani Putri Nur Aulia yang telah kebersamai penulis sejak masa mahasiswa baru. Terima kasih telah menjadi tempat penulis berbagi cerita dan keluh kesah, serta senantiasa memberikan dukungan, semangat, dan kebersamaan selama proses perkuliahan hingga penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.
10. Tarisa Azkia Putri Kurnia, rekan penulis sebagai Asisten Uji Inderawi, yang telah menemani penulis dalam berbagai proses selama perkuliahan. Terima kasih karena selalu menjadi tempat berbagi cerita dan keluh kesah, serta

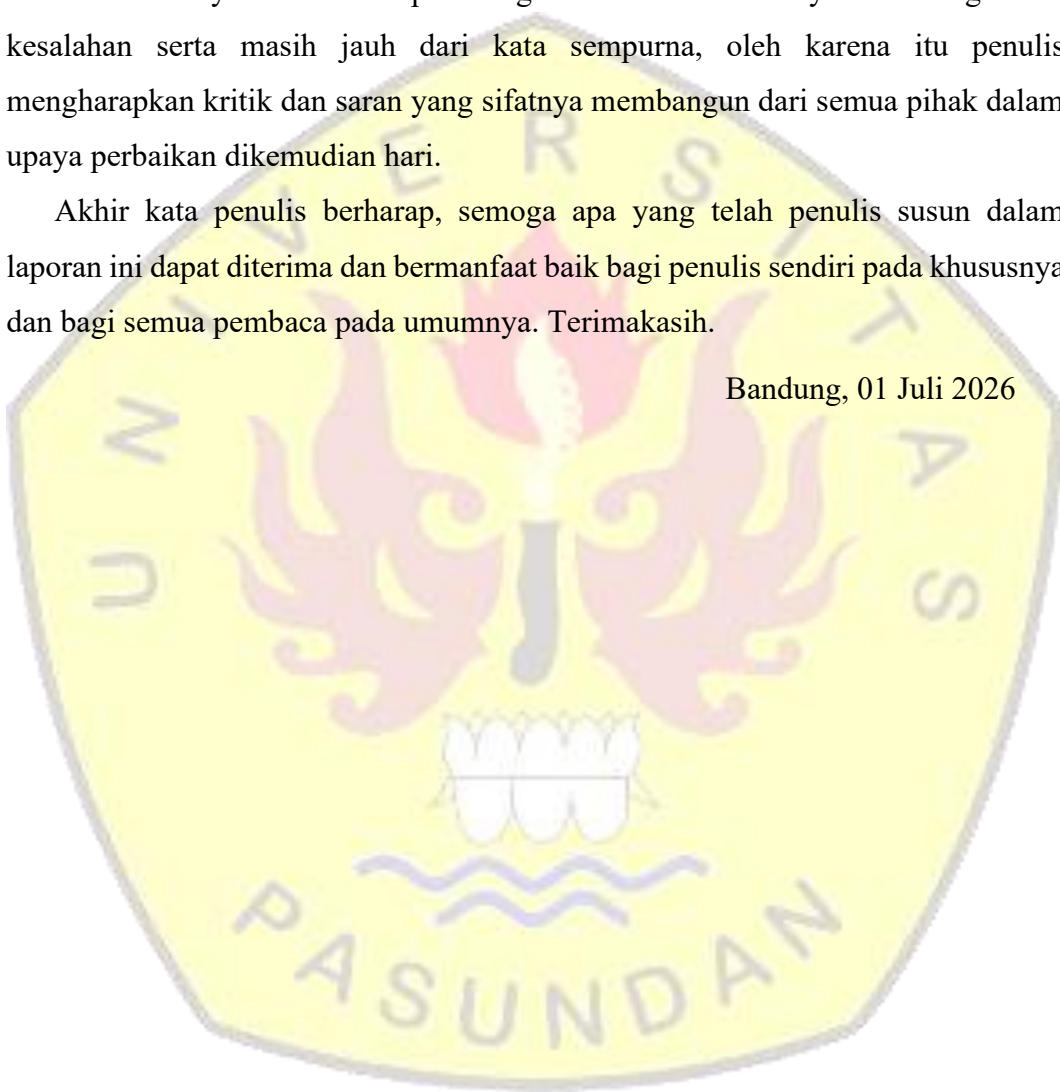
memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama penyusunan Laporan Tugas Akhir ini.

11. Salwa Nur Fakhira, Rosviani Azahra, Lovita Meilani Marwah, Lulu Nasywaa Amalia, dan Zhara Kinanti yang telah membersamai penulis selama menjalani masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih banyak kekurangan dan kesalahan serta masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak dalam upaya perbaikan dikemudian hari.

Akhir kata penulis berharap, semoga apa yang telah penulis susun dalam laporan ini dapat diterima dan bermanfaat baik bagi penulis sendiri pada khususnya dan bagi semua pembaca pada umumnya. Terimakasih.

Bandung, 01 Juli 2026



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	3
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Kerangka Pemikiran.....	4
1.6. Hipotesis Penelitian.....	8
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian.....	8
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1 Tepung Mocaf (<i>Modified Cassava Flour</i>).....	9
2.2 Tepung Terubuk (<i>Saccharum edule</i>)	12
2.3 Ikan Sidat (<i>Anguilla bicolor</i>)	14
2.4 Sereal Instan	15
METODE PENELITIAN	18

3.1	Bahan dan Alat	18
3.1.1	Bahan.....	18
3.1.2	Alat.....	18
3.2	Metode Penelitian.....	19
3.2.1	Penelitian Tahap I.....	19
3.2.2	Penelitian Tahap II	19
3.3	Prosedur Penelitian.....	22
3.3.1	Prosedur Penelitian Tahap I.....	22
3.3.2	Prosedur Penelitian Tahap II	27
III.	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1.	Hasil Penelitian Tahap I	30
4.1.1.	Karakterisasi Tepung Terubuk.....	30
4.1.2.	Karakterisasi Kaldu Sidat Bubuk.....	32
4.2.	Hasil Penelitian Tahap II.....	34
4.2.1	Analisis Proksimat	35
4.2.2	Respon Fisik.....	57
IV.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran.....	75
	DAFTAR PUSTAKA.....	77
	LAMPIRAN.....	84

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Kandungan Gizi Tepung Mocaf (per 100 gram)	11
Tabel 2. Kandungan Gizi Terubuk (<i>Saccharum edule</i>) per 100 g.....	13
Tabel 3. Kandungan Gizi Ikan Sidat (per 100 gram)	15
Tabel 4. Syarat Mutu Susu Sereal SNI 01-4270-1996	17
Tabel 5. Komposisi Perbandingan Perlakuan Formulasi Sereal Instan.....	19
Tabel 6. Matriks Rancangan Acak Kelompok (RAK).	20
Tabel 7. Lay Out Percobaan dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK).	21
Tabel 8. Analisis Variasi (ANOVA) Rancangan Acak Kelompok (RAK)	21
Tabel 9. Hasil Analisis Proksimat Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda.....	35
Tabel 10. Hasil Analisis Respon Fisik Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda.....	57
Tabel 11. Hasil Analisis <i>Flowability</i> (<i>CarrIndex</i>) Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda..	66
Tabel 12. Hasil Analisis <i>Flowability</i> (<i>Ratio Hausner</i>) Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda..	68
Tabel 13. Formulasi Produk Sereal Instan	96
Tabel 14. Perhitungan Analisis Bahan Baku Kadar Serat Kasar Ulangan 1	97
Tabel 15. Perhitungan Analisis Bahan Baku Kadar Serat Kasar Ulangan 2	97
Tabel 16. Perhitungan Analisis Bahan Baku Kadar Serat Kasar Ulangan 1	98
Tabel 17. Perhitungan Analisis Bahan Baku Kadar Serat Kasar Ulangan 2	98
Tabel 18. Dokumentasi Proses Pembuatan Produk Sereal Instan	99
Tabel 19. Data Mentah Analisis Kadar Air	103
Tabel 20. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Air.....	104
Tabel 21. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Kadar Air	105
Tabel 22. Uji Lanjut Duncan terhadap Kadar Air Sereal Instan	105
Tabel 23. Data Mentah Analisis Kadar Serat Kasar	107

Tabel 24. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Serat Kasar	108
Tabel 25. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Kadar Serat Kasar.....	109
Tabel 26. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Serat Kasar.....	109
Tabel 27. Data Mentah Analisis Kadar Protein	110
Tabel 28. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Protein	111
Tabel 29. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Kadar Protein.....	112
Tabel 30. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Protein.....	113
Tabel 31. Data Mentah Analisis Kadar Lemak	114
Tabel 32. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Lemak.....	115
Tabel 33. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Kadar Lemak	116
Tabel 34. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Lemak	116
Tabel 35. Data Mentah Analisis Kadar Abu.....	117
Tabel 36. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Abu	118
Tabel 37. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Kadar Abu.....	119
Tabel 38. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Abu.....	119
Tabel 39. Data Mentah Analisis Kadar Karbohidrat	120
Tabel 40. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Karbohidrat	121
Tabel 41. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Kadar Karbohidrat	122
Tabel 42. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Karbohidrat	122
Tabel 43. Data Mentah Analisis Total Energi.....	123
Tabel 44. Hasil Rata-Rata Analisis Total Energi	124
Tabel 45. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Total Energi	125
Tabel 46. Uji Lanjut Duncan Analisis Total Energi	125
Tabel 47. Data Mentah Analisis <i>Bulk Density</i>	126
Tabel 48. Hasil Rata-Rata Analisis <i>Bulk Density</i>	127
Tabel 49. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis <i>Bulk Density</i>	128
Tabel 50. Uji Lanjut Duncan Analisis <i>Bulk Density</i>	128
Tabel 51. Data Mentah Analisis <i>Tapped Density</i>	129
Tabel 52. Hasil Rata-Rata Analisis <i>Tapped Density</i>	130
Tabel 53. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis <i>Tapped Density</i>	131
Tabel 54. Uji Lanjut Duncan Analisis <i>Tapped Density</i>	131

Tabel 55. Hubungan Indeks Kompresibilitas dan Rasio Hausner dengan Sifat Alir	132
Tabel 56. Data Mentah Analisis <i>Flowability</i>	132
Tabel 57. Hasil Analisis Rata-Rata <i>Flowability</i> berdasarkan CarrIndex(CI)	133
Tabel 58. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis <i>CarrIndex</i> (CI)	134
Tabel 59. Uji Lanjut Duncan Analisis <i>Flowability</i> berdasarkan <i>CarrIndex</i>	134
Tabel 60. Hasil Analisis Rata-Rata <i>Flowability</i> berdasarkan <i>Ratio Hausner</i> (HR)	135
Tabel 61. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis <i>Ratio Hausner</i> (HR)	136
Tabel 62. Uji Lanjut Duncan Analisis <i>Flowability</i> berdasarkan <i>Ratio Hausner</i>	136
Tabel 63. Data Mentah Analisis <i>Wettability</i>	138
Tabel 64. Hasil Analisis Rata-Rata <i>Wettability</i>	138
Tabel 65. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis <i>wettability</i>	139
Tabel 66. Uji Lanjut Duncan Analisis <i>Flowability</i> berdasarkan <i>Wettability</i>	140
Tabel 67. Data Mentah Analisis <i>Solubility</i>	141
Tabel 68. Hasil Analisis Rata-Rata <i>Solubility</i>	141
Tabel 69. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis <i>Solubility</i>	142
Tabel 70. Uji Lanjut Duncan Analisis <i>Solubility</i>	143

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Tepung Mocaf (<i>Modified Cassava Flour</i>).....	10
Gambar 2. Batang Terubuk	12
Gambar 3. Ikan Sidat.....	14
Gambar 4. Sereal Instan	16
Gambar 5. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Terubuk	24
Gambar 6. Diagram Alir Proses Pembuatan Kaldu Tulang Ikan Sidat	26
Gambar 7. Diagram Alir Proses Pembuatan Sereal Instan.....	29
Gambar 8. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri	101
Gambar 9. Analisis Kadar Serat Kasar.....	101
Gambar 10. Analisis Kadar Protein Metode <i>Kjedahl</i>	101
Gambar 11. Analisis Kadar Lemak Metode Ekstraksi <i>Soxhlet</i>	102
Gambar 12. Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri.....	102

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Prosedur Analisis Kadar Air Metode Gravimetri (AOAC, 2005)	84
Lampiran 2. Prosedur Analisis Kadar Lemak Metode Ekstraksi <i>Soxhlet</i> (AOAC,2005).....	85
Lampiran 3. Prosedur Analisis Kadar Karbohidrat Total Metode <i>By Difference</i> (Winarno, 1992)	86
Lampiran 4. Prosedur Analisis Kadar Protein Metode <i>Kjeldahl</i> (AOAC, 2005 dalam Novita et al., 2020).	87
Lampiran 5. Prosedur Analisis Kadar Serat Kasar Metode Gravimetri (Novita et al., 2020).....	88
Lampiran 6. Prosedur Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri (Novita et al., 2020)	89
Lampiran 7. Prosedur Analisis Total Energi (Dianingtyas, 2018)	90
Lampiran 8. Prosedur Analisis Uji Fisik Densitas Kamba (Yüksel, 2021).....	91
Lampiran 9. Prosedur Analisis Uji Fisik Densitas Mampat (Yüksel, 2021).....	92
Lampiran 10. Prosedur Analisis Uji Fisik Uji Daya Alir (<i>Flowability</i>) (Yüksel, 2021)	93
Lampiran 11. Prosedur Analisis Uji Fisik Uji <i>Wettability</i> (Yüksel, 2021).....	94
Lampiran 12. Prosedur Analisis Uji Fisik <i>Solubility</i> (Yüksel, 2021).....	95
Lampiran 13 Formulasi Produk Sereal Instan.....	96
Lampiran 14. Perhitungan Analisis Bahan Baku	97
Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian Tahap II.....	99
Lampiran 16. Data dan Hasil Analisis Respon Kimia.....	103
Lampiran 17. Data dan Hasil Analisis Respon Fisik.....	126

I. PENDAHULUAN

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

1.1.Latar Belakang

Sarapan merupakan kegiatan yang penting dilakukan untuk memenuhi energi dipagi hari. Konsumsi sarapan dengan 270-570 kalori dapat meningkatkan konsentrasi hingga menaikkan prestasi siswa akan tetapi, kegiatan sarapan masih belum menjadi budaya di Indonesia. Keterbatasan waktu dalam menyiapkan makanan sarapan pada pagi hari berdampak terhadap kurangnya minat sarapan. Berbagai alasan yang menyebabkan anak tidak sarapan pagi antara lain, waktu sangat terbatas karena jarak sekolah cukup jauh, terlambat bangun pagi, atau tidak ada selera untuk sarapan pagi.

Sebagai upaya mengembangkan inovasi produk pangan yang memiliki nilai gizi, diperlukan pengembangan pangan fungsional untuk memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dengan tetap mempertimbangkan aspek kesehatan. Salah satu bentuk pangan fungsional tersebut adalah pembuatan sereal instan berbasis tepung mocaf yang dipadukan dengan tepung terubuk sebagai sumber senyawa bioaktif yang berpotensi meningkatkan nilai gizi dan mutu fungsional produk. Sereal instan adalah produk pangan siap saji yang hanya memerlukan waktu sedikit untuk penyiapannya yaitu kurang dari 3 menit (Hendartina, 2010 dalam Novidahlia et al., 2020).

Umumnya bahan baku yang digunakan pada minuman sereal instan adalah bahan yang mengandung karbohidrat tinggi, sereal, dan umbi-umbian (Winarno 2004). Minuman sereal instan dipasaran lebih banyak menggunakan sereal seperti gandum dan oat. Gandum dan oat merupakan sereal yang tidak diproduksi di Indonesia sehingga perlu dilakukan kegiatan import untuk memenuhi kebutuhan

akan sereal tersebut (Novidahlia et al., 2020). Untuk mengurangi angka import gandum yang semakin melonjak dari tahun ke tahun maka perlu dilakukannya diversifikasi pangan melalui pemanfaatan bahan baku lokal, salah satunya adalah tepung *modified cassava flour* (MOCAF).

Tepung *Modified Cassava Flour* (MOCAF) merupakan hasil modifikasi singkong melalui proses fermentasi yang menghasilkan karakteristik pati yang lebih baik, dengan karbohidrat sebagai komponen utama sekitar 80–90% berat kering dalam bentuk pati yang berfungsi sebagai sumber energi (Asmoro et al., 2021). Namun, dominasi karbohidrat tersebut menjadikan perlunya substitusi dengan bahan pangan lain untuk meningkatkan keseimbangan gizi produk. Dalam hal ini, tepung terubuk yang kaya akan serat pangan dan zat gizi berpotensi digunakan sebagai bahan substitusi dalam pembuatan sereal, terutama untuk memperbaiki profil gizi dan kandungan serat produk akhir.

Terubuk mengandung serat pangan alami cukup tinggi, yaitu sekitar 1,07% karena tersusun dari dinding sel tanaman yang kaya selulosa dan hemiselulosa. Serat kasar yang termasuk ke dalam kelompok serat pangan tidak larut berperan dalam memperbaiki fungsi saluran pencernaan melalui peningkatan volume feses, sehingga membantu mencegah gangguan pencernaan (Pentury et al., 2017)

Pemanfaatan terubuk sebagai sumber serat dalam formulasi sereal instan tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan nilai gizi, tetapi juga mendukung pengembangan pangan fungsional berbasis bahan baku lokal yang selaras dengan upaya mendorong pola konsumsi pangan sehat. Selain itu, kaldu bubuk berbahan dasar ikan sidat (*Anguilla* sp.) digunakan sebagai sumber protein dalam formulasi sereal instan, yang berperan dalam meningkatkan kualitas gizi sekaligus memberikan karakteristik sensori, khususnya cita rasa, pada produk yang dihasilkan.

Ikan sidat (*Anguilla* spp.) merupakan bahan pangan hewani yang memiliki nilai gizi tinggi dan berpotensi sebagai sumber protein hewani berkualitas. Kandungan protein pada daging ikan sidat tergolong tinggi, yaitu sebesar 61.78% dari berat kering dengan komposisi asam amino esensial yang lengkap sehingga berperan penting dalam pertumbuhan, perbaikan jaringan, dan pemeliharaan fungsi tubuh.

Protein ikan sidat juga memiliki daya cerna yang baik dibandingkan dengan sumber protein hewani lainnya (AOAC, 2005).

Produksi perikanan di Indonesia yang tinggi menghasilkan limbah pengolahan ikan dalam jumlah besar, terutama dari bagian kepala, sirip, ekor, dan tulang. Salah satu industri yang berkembang adalah pengolahan ikan sidat (*Anguilla bicolor*), yang juga menghasilkan limbah tulang cukup banyak. Limbah tulang ikan sulit terurai dan dapat mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, pemanfaatan limbah tulang ikan perlu dilakukan agar dapat mengurangi pencemaran sekaligus memberikan nilai tambah bagi hasil samping perikanan (Nuryani, 2019)

Limbah perikanan perlu ditangani dengan cara yang tepat dan ekonomis agar tidak mencemari lingkungan serta memiliki nilai tambah. Bagian ikan yang jarang dikonsumsi, seperti kepala, kulit, dan tulang, masih mengandung zat gizi penting, terutama kalsium. Limbah tulang ikan dapat dimanfaatkan dengan cara diolah menjadi tepung tulang ikan. Pengolahan dalam bentuk tepung bertujuan untuk memperpanjang daya simpan serta memudahkan pemanfaatannya sebagai bahan tambahan pada berbagai produk pangan, seperti produk ekstrusi, roti, biskuit, dan kue kering (Wardani *et al.*, 2012).

Berdasarkan latar belakang di atas, pengembangan sereal instan yang praktis, bergizi, dan sesuai dengan preferensi konsumen sangat diperlukan untuk mendukung kebiasaan sarapan yang lebih baik di Indonesia. Oleh karena itu, penelitian perbandingan tepung terubuk dan kaldu tulang sidat bubuk terhadap karakteristik sereal instan berbasis tepung mocaf diperlukan untuk mengevaluasi sifat fisik, nilai gizi, dan karakteristik sensori produk.

1.2. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah bagaimana pengaruh perbandingan antara tepung terubuk (*Saccharum edule*) dengan kaldu sidat bubuk (*Anguilla bicolor*) terhadap karakteristik sereal instan berbasis tepung mocaf?

1.3.Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk meneliti perbandingan dari penggunaan tepung terubuk (*Saccharum edule*) dengan kaldu sidat bubuk (*Anguilla bicolor*) terhadap karakteristik sereal instan berbasis tepung mocaf.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh yang tepat antara tepung terubuk (*Saccharum edule*) dengan kaldu sidat bubuk (*Anguilla bicolor*) terhadap karakteristik sereal instan berbasis tepung mocaf.

1.4.Manfaat Penelitian

1. Meningkatkan inovasi pada pembuatan produk sereal instan dengan penambahan tepung terubuk dengan kaldu tulang sidat bubuk berbasis tepung mocaf.
2. Berkontribusi dalam mengurangi ketergantungan terhadap bahan pangan impor melalui pemanfaatan sumber daya lokal.
3. Mendukung pengembangan pangan fungsional berbasis bahan baku lokal yang bergizi dan praktis.
4. Meningkatkan nilai tambah komoditas yang sebelumnya kurang dimanfaatkan secara optimal.
5. Memberikan alternatif produk sarapan sehat yang dapat meningkatkan asupan serat dan protein pada masyarakat.

1.5.Kerangka Pemikiran

Sereal instan merupakan produk pangan praktis yang memerlukan bahan baku dengan karakteristik fisik dan kimia tertentu, terutama kemudahan rehidrasi, kandungan energi, dan penerimaan konsumen. Kemudahan rehidrasi memengaruhi kecepatan penyajian dan tekstur produk, sedangkan kandungan energi menentukan fungsi sereal instan sebagai sumber energi. Penerimaan konsumen dipengaruhi oleh karakteristik sensori seperti rasa, aroma, warna, dan tekstur yang ditentukan oleh komposisi bahan baku dan proses pengolahan (Dewanti W., 2014).

Tepung mocaf banyak digunakan dalam pembuatan sereal instan karena ketersediaannya yang tinggi, sifat fungsional yang mendekati tepung terigu, serta potensinya sebagai bahan pangan lokal. Namun, tepung mocaf memiliki

keterbatasan, terutama pada kandungan protein dan serat yang relatif rendah (Romdhoni et al., 2023). Hal tersebut didukung oleh penelitian Rahmah & Handayani, (2018), bahwa kandungan serat pangan pada nugget nabati dengan penambahan 20% tepung mocaf hanya sebesar 3,79%.

Tanaman terubuk (*Saccharum edule*) berpotensi digunakan sebagai bahan pangan sumber serat karena memiliki kandungan serat pangan yang relatif tinggi serta kadar lemak yang rendah. Selain berperan sebagai sumber serat, tebu telur juga mengandung zat gizi lain yang mendukung nilai gizi produk pangan. Menurut Nur'aini et al., (2019), tebu telur memiliki kandungan protein sebesar 4,6% serta mengandung mineral penting seperti kalsium dan fosfor, di samping vitamin C.

Di sisi lain, kaldu sidat bubuk (*Anguilla bicolor*) merupakan sumber protein hewani dan mineral yang berpotensi meningkatkan mutu gizi pangan instan (Jamaluddin et al., 2019). Menurut Libbe et al., (2018), hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat pada kaldu ikan sidat yang telah diolah sebesar 8,020 mg, lebih tinggi dibandingkan kandungan karbohidrat ikan sidat sebelum diolah, yaitu sebesar 3,0 g.

Menurut Diana et al. (2023), bahwa kadar air bubur instan dengan rasio MOCAF, labu kuning, dan tempe 1:2:1 pada suhu pengeringan 130°C mencapai 9,24%, melebihi batas maksimum SNI No. 01-7111.1-2005 yang menetapkan kadar air maksimum 4%. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi bahan baku dan suhu pengeringan secara simultan menentukan kadar air produk akhir.

Menurut Astija & Djaswintari, 2020, kandungan lemak ikan sidat jenis *Anguilla bicolor* dilaporkan berkisar antara 6,61–12,28% dari berat basah, bahkan mencapai 15,55% dari berat kering (Anggraini, W., 2025). Lemak ikan sidat didominasi asam lemak tak jenuh (PUFA) termasuk EPA dan DHA yang bernilai gizi tinggi. Menurut Astija & Djaswintari, 2020, bahwa fortifikasi tepung tulang ikan bandeng pada kue kembang goyang menghasilkan kadar lemak antara 3,44–4,04%, mengonfirmasi bahwa komponen tulang ikan turut menyumbangkan lemak meskipun dalam jumlah terbatas dibandingkan dagingnya.

Menurut Tanuwijaya et al. (2025), bahwa fortifikasi tepung tulang ikan berpengaruh terhadap penurunan kadar protein bakso, karena tulang mengandung

lebih banyak kolagen dan mineral daripada protein miofibril. Sementara itu, Novita et al. (2020) menyatakan bahwa rasio tepung ampas kelapa dan tepung ikan cakalang 25:75 menghasilkan kadar protein tertinggi, mengonfirmasi bahwa peningkatan proporsi komponen ikan secara langsung meningkatkan kandungan protein produk sereal.

Menurut Maftuhah et al. (2024), fortifikasi tepung tulang ikan bandeng pada kue kembang goyang menghasilkan kadar abu 0,94–1,61%, meningkat seiring proporsi tepung tulang yang ditambahkan. Sedangkan menurut Riyanto et al. (2020), bahwa fortifikasi tepung tulang ikan pada bakso menghasilkan kadar abu berkisar 1,45–5,67%, dengan tren peningkatan yang konsisten seiring bertambahnya proporsi tepung tulang.

Menurut Fitriani et al. (2021), bahwa peningkatan suhu maupun perbedaan formulasi tidak memberikan perbedaan signifikan pada kandungan karbohidrat produk serpihan sereal karena karbohidrat sebagai komponen *by difference* berfluktuasi mengikuti perubahan komponen proksimat lainnya. Menurut Tunggak et al. (2024), memperkuat hal ini dengan menyatakan bahwa semakin rendah nilai komponen gizi lain secara keseluruhan (kadar air, abu, lemak, protein), maka semakin tinggi nilai karbohidrat yang terukur.

Menurut Riyanto et al. (2020), dalam penelitian sup krim instan terfortifikasi tulang ikan melaporkan bahwa variasi formulasi bahan baku mempengaruhi total energi produk melalui perubahan proporsi tiga makronutrien. Menurut Tanuwijaya et al. (2025), dalam formulasi sereal instan tinggi protein dan serat yang diperkaya susu probiotik bubuk melaporkan bahwa fortifikasi komponen protein hewani secara signifikan meningkatkan total energi produk, dengan kontribusi terbesar berasal dari fraksi lemak dan protein.

Karakteristik fisik produk instan dipengaruhi oleh komposisi bahan baku. Menurut Riyanto et al., (2020), melaporkan bahwa nilai densitas kampa sup krim instan terfortifikasi tepung tulang ikan lebih rendah dibandingkan produk sup krim komersial, menunjukkan penambahan komponen tulang ikan memengaruhi porositas serbuk instan.

Menurut Abdullah & Geldart (1999), menyatakan bahwa pengukuran densitas curah digunakan sebagai indikator kemampuan alir (*flowability*) serbuk, karena nilai densitas mencerminkan sifat konsolidasi partikel dalam kondisi pemadatan. Menurut Liu (2021), menjelaskan bahwa densitas mampat digunakan untuk mengoptimalkan ukuran kemasan produk pangan serbuk dengan mengukur seberapa rapat partikel dapat termampatkan.

Menurut penelitian Teunou et al. (1999), mengklasifikasikan sifat alir serbuk berdasarkan CI: $<15\%$ = sangat baik, $15-20\%$ = baik, $20-35\%$ = cukup, $35-45\%$ = buruk, $>45\%$ = sangat buruk. Sedangkan untuk Hausner Ratio, Valaei et al. (2013), menetapkan: $HR < 1,2$ = baik, $1,2-1,5$ = moderat, dan $>1,5$ = buruk. Pada produk sereal instan, Sholikhatia et al. (2022), menyatakan bahwa serbuk dengan ukuran partikel seragam dan kadar air rendah menunjukkan daya alir yang lebih baik dibandingkan serbuk dengan distribusi partikel heterogen.

Dalam penelitian Lazghab et al. (2005), menjelaskan bahwa *wettability* padatan terhadap cairan merupakan konsekuensi langsung dari interaksi molekuler antara fase padat-cair-gas, di mana molekul cairan harus melepaskan diri dari interaksi antarmolekul dan berikatan dengan permukaan padatan. Fauziyyah et al., (2022), menyatakan bahwa *wettability* menunjukkan kemampuan serbuk dalam menyerap air pada permukaannya, dan bergantung pada kadar air produk semakin banyak konsentrasi enkapsulator yang ditambahkan, kadar air semakin rendah sehingga kemampuan pembasahan seluruh partikel menjadi semakin lama.

Menurut Ratnawati et al. (2019), bahwa nilai kelarutan tepung komposit berbasis MOCAF dan kacang-kacangan berkisar antara $11,08-26,35\%$, dengan nilai tertinggi pada sampel komposit MOCAF-kedelai rasio 60:40. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi komponen protein nabati maupun hewani signifikan memengaruhi kelarutan produk.

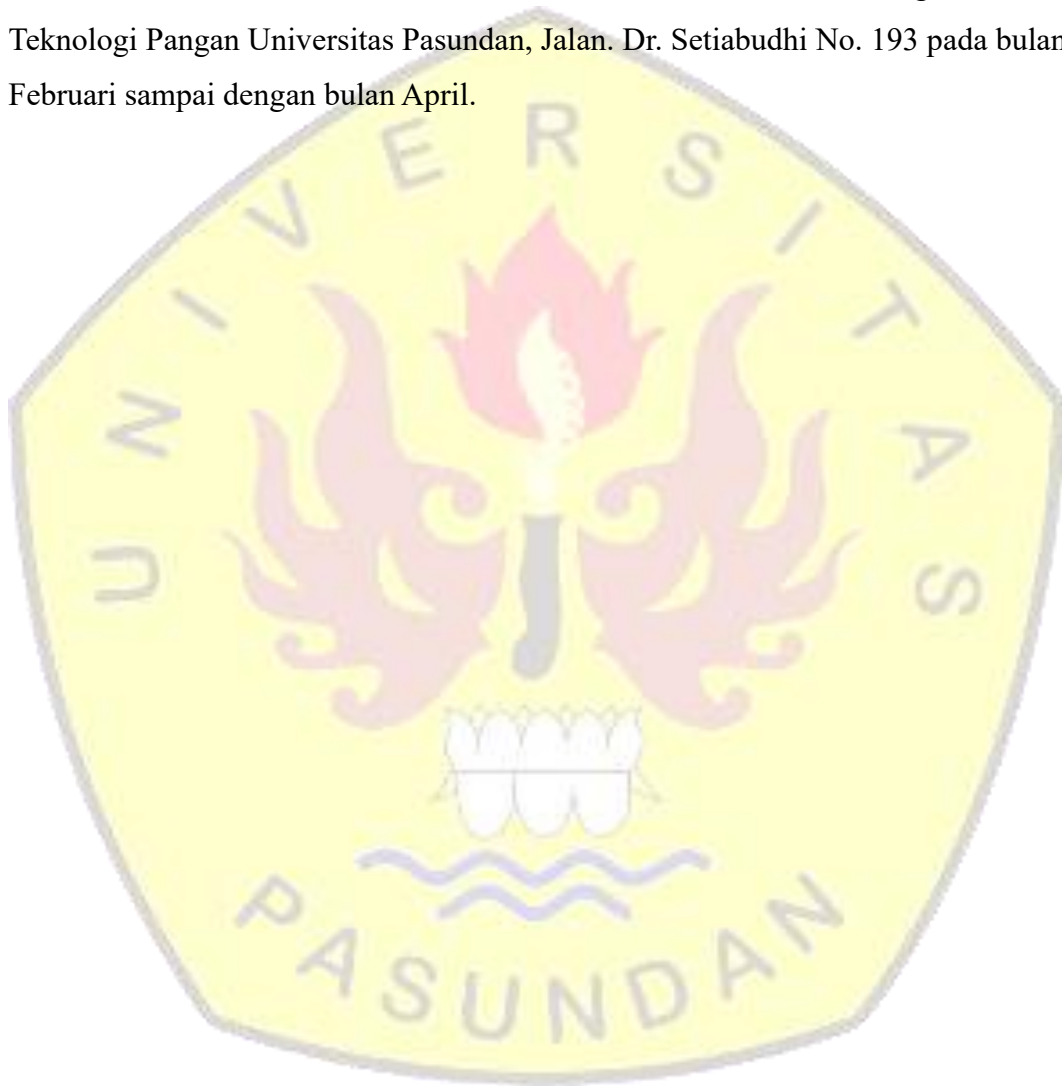
Dalam formulasi sereal instan berbasis MOCAF dan kaldu tulang ikan: pati tergelatinisasi MOCAF bersifat mudah larut dan berkontribusi positif terhadap solubility, sedangkan komponen protein tulang ikan yang mengalami denaturasi parsial akibat proses pemanasan dapat membentuk agregat yang memperlambat proses pelarutan.

1.6.Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, diduga perbandingan tepung terubuk (*Saccharum edule*) dengan kaldu sidat bubuk (*Anguilla bicolor*) berpengaruh terhadap karakteristik sereal instan berbasis tepung mocaf.

1.7.Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Penelitian Program Studi Teknologi Pangan Universitas Pasundan, Jalan. Dr. Setiabudhi No. 193 pada bulan Februari sampai dengan bulan April.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Tepung Mocaf, (2) Tepung Terubuk, (3) Ikan Sidat, (4) dan Sereal Instan.

I. Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*)

Ubi kayu atau singkong (*Manihot esculenta crantz* atau *Maniot utilissima phol*) merupakan makanan pokok bagi penduduk di dunia, selain sebagai makanan pokok singkong juga digunakan sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Singkong termasuk dalam famili *Euphorbiaceae* atau suku jarak – jarakan (Kementerian Pertanian (Kementan) bersama Masyarakat Singkong Indonesia (MSI), 2022). Klasifikasi singkong adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Spermatophyta*
Subdivisi : *Angiospermae*
Kelas : *Dicotyledoneae*
Ordo : *Euphorbiales*
Famili : *Euphorbiaceae*
Genus : *Manihot*
Spesies : *Manihot utilissima Pohl.*; *Manihot esculenta Crantz*

(Kementerian Pertanian (Kementan) bersama Masyarakat Singkong Indonesia (MSI), 2022).



Gambar 1. Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*)
(Sumber : Putri et al., 2018).

MOCAF (*Modified Cassava Flour*) atau tepung ubi kayu termodifikasi merupakan salah satu produk pati termodifikasi yang telah banyak dimanfaatkan pada berbagai produk pangan. Menurut Subagio (2008), MOCAF merupakan tepung ubi kayu yang diproduksi dengan memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi.

Proses modifikasi pada produksi MOCAF merupakan proses modifikasi secara biokimia, yaitu dengan menambahkan enzim atau mikroba penghasil enzim (Amin, 2016). Bakteri asam laktat (BAL) berperan penting dalam proses fermentasi, dimana aktivitasnya dapat menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel ubi kayu, serta menghidrolisis pati menjadi asam-asam organik (Putri et al., 2018).

Menurut Subagio (2008), proses fermentasi pada MOCAF mengakibatkan perubahan karakteristik pada tepung seperti meningkatnya nilai viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut.

Tabel 1. Kandungan Gizi Tepung Mocaf (per 100 gram)

Komponen	Satuan	Kandungan
Air	g	11.9
Energi	kcal	350
Protein	g	1.2
Lemak	g	0.6
Karbohidrat	g	85.0
Serat	g	6.0
Abu	g	1.3
Kalsium	mg	60
Fosfor	mg	64
Besi	mg	15.8
Natrium	mg	8
Kalium	mg	403.0
Tembaga	mg	0.10
Seng	mg	0.6
Beta-Karoten	mcg	0
Karoten Total	mcg	0
Thiamin	mg	0.02
Riboflavin	mg	0.02
Niasin	mg	0.7
Vitamin C	mg	2

(Sumber: Berdanier, 2016).

Salah satu keunggulan tepung mocaf jika dibandingkan dengan tepung terigu adalah mocaf memiliki kadar abu yang lebih rendah yaitu berkisar 0,4 persen, sedangkan terigu berkisar 1,3 persen. Kadar abu merupakan zat anorganik di dalam tepung terigu yang tidak habis terbakar dan tidak menguap dalam proses pembakaran. Kadar abu dapat digunakan untuk mengevaluasi nilai gizi bahan pangan serta menunjukkan total mineral yang dapat bersifat toksik yang terkandung dalam bahan tersebut, dimana semakin tinggi kadar abu akan semakin buruk kualitas bahan pangan tersebut (Teknologi et al., 2013).

Menurut Djalal (2011) dalam Widasari & Handayani (2014), komposisi gizi pada mocaf adalah kadar Air 13 %, kadar protein 1,0 %, kadar abu 0,2 %, kadar pati 85-87 %, kadar serat 1,9-3,4 %, kadar lemak 0,4-0,8 %. Keberadaan zat gizi pada tepung mocaf berpeluang untuk dikembangkan menjadi produk lain sebagai bahan substitusi tepung terigu, sehingga makanan yang berbahan baku tepung terigu dapat dikurangi atau diganti dengan meningkatkan pengolahan tepung mocaf.

II. Tepung Terubuk (*Saccharum edule*)

Tebu Telur atau terubuk merupakan tanaman yang termasuk dalam famili *Poaceae* dengan genus *Saccharum* dan spesies *Saccharum edule* Hasskarl. Tanaman tebu telur merupakan salah satu tanaman asli dataran tinggi Indonesia yang termasuk ke dalam jenis bunga, namun berbentuk seperti tebu dengan batang beruas ruas, memiliki warna khas yaitu hijau kemerahan. Tebu telur merupakan salah satu jenis sayuran *indigenous* yang dijadikan sebagai salah satu bahan pangan yang memiliki nilai gizi yang tinggi untuk pemenuhan kebutuhan protein (Lestari et al., 2023).



Gambar 2. Batang Terubuk
(Sumber : Widyawati, 2022)

Sayuran *indigenous* adalah sayuran asli suatu daerah yang merupakan salah satu komponen plasma nutfah yang kaya manfaat, namun sangat disayangkan saat ini belum banyak masyarakat yang mencoba untuk memanfaatkannya. Sayuran *indigenous* dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan akan nutrisi yang seimbang (Chaniago, 2015). Terubuk merupakan tanaman yang belum banyak dikenal oleh masyarakat luas. Hingga saat ini, terubuk masih dibudidayakan secara tidak intensif dengan luas lahan yang terbatas, sehingga produksinya belum mampu memenuhi banyak permintaan atau kebutuhan pasar secara berkelanjutan (Widyawati, 2022).

Pemanfaatan terubuk untuk memenuhi kebutuhan pangan di Indonesia masih sangat terbatas penggunaannya sehingga berpotensi dikembangkan menjadi olahan

makanan yang bukan hanya dijadikan sebagai pendamping nasi melainkan menjadi makanan ringan yang juga dapat bertahan lama (Gresinta et al., 2024).

Di Indonesia, tanaman terubuk tersebar di beberapa daerah, salah satunya di Bogor, Jawa Barat. Wilayah Bogor memiliki kondisi agroklimat yang mendukung pertumbuhan terubuk, sehingga komoditas ini berpotensi menjadi bahan baku lokal yang mudah didapatkan. Terubuk yang ideal memiliki ciri-ciri yang masih muda dan tertutup rapat oleh pelepah daun, warna daging putih kekuningan, tidak berlendir, serta memiliki aroma segar alami (Widyawati, 2022). Kandungan gizi terubuk disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gizi Terubuk (*Saccharum edule*) per 100 g

Komposisi	Satuan	Nilai
Air	g	91
Betakaroten	mcg	12
Protein	g	4,6
Karbohidrat	g	3
Serat Kasar	g	1,07
Kalsium	mg	40
Zat Besi	mg	2
Tembaga	mcg	200
Seng	mg	1,1
Fosfor	mg	80
Vitamin B1	mg	0,08
Vitamin B2	mg	0,2
Vitamin B3	mg	1,2
Vitamin C	mg	50
Lemak Total	g	0,4
Energi	kcal	30

(Sumber: Widyawati, 2022)

Berdasarkan komposisi gizi tersebut, terubuk mengandung protein nabati, serat, lemak relatif rendah dan banyak memiliki kandungan mineral sehingga dapat berkontribusi sebagai bahan pangan sehat. Berdasarkan kajian awal mengenai terubuk menunjukkan terubuk berpotensi sebagai imunomodulator jika dilihat dari hasil fenol, Fe, protein serta aktivitas antioksidan (Gresinta et al., 2024).

III. Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*)

Ikan sidat (*Anguilla sp.*) memiliki pola daur hidup katadromous artinya mengawali hidup di laut, tumbuh menjadi dewasa di perairan tawar, dan akan kembali ke laut untuk memijah. Selain memiliki pola hidup yang unik, sidat juga populer sebagai makanan yang mewah karena memiliki nilai nutrisi yang baik. Pemenuhan kebutuhan konsumsi sidat dunia sebagian besar $\pm$ 80% diproduksi melalui kegiatan budidaya (Fahmi & Hirnawati, 2010).



Gambar 3. Ikan Sidat
(Sumber : Saleh et al., 2022).

Salah satu wilayah penghasil ikan sidat di Indonesia adalah Bogor dan daerah sekitarnya, yang memiliki ekosistem perairan tawar yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan serta budidaya sidat. Ikan sidat yang berasal dari Bogor berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku lokal dalam pengembangan produk olahan, seperti bubuk sidat yang kaya akan kandungan protein.

Keberadaan 6 jenis sidat yang mendiami perairan sekitar Indonesia. Keenam jenis sidat yang mendiami perairan Indonesia adalah *A. borneensis*, *A. cebesensis*, *A. interioris*, *A. obscura*, *A. bicolor*, dan *A. marmorata*. Dua jenis terakhir merupakan ikan sidat yang memiliki nilai ekonomis penting disisi lain kedua jenis

ini tersebar sangat luas. Karena posisi Indonesia berada di antara kedua benua tersebut maka penelitian pola distribusi kedua jenis ikan ini di Indonesia sangat penting untuk menjawab pola penyebaran ikan sidat dunia (Fahmi & Hirnawati, 2010).

Tabel 3. Kandungan Gizi Ikan Sidat (per 100 gram)

Komponen	Nilai (per 100 g)
Protein	61.78% dari berat kering (untuk A. bicolor)
Lemak (fat) total	15.55% (untuk A. bicolor)
Vitamin A	4.700 IU (untuk A. bicolor)
EPA (Asam eikosapentaenoik)	1.337 mg/100 g (untuk A. bicolor)
DHA (Asam docosahexaenoik)	748 mg/100 g (untuk A. bicolor)
Total lipid (lemak)	13.72% - 30.41% (untuk <i>Anguilla</i>) dengan rata-rata ~21.26%
Amino acid / profil asam amino	Kulit sidat mengandung protein tinggi, glisin banyak, esensial amino acid seperti leusin dominan.

(Sumber : Utami et al., 2025).

Ikan sidat memiliki kandungan gizi yang tinggi terutama vitamin A, E dan asam lemak tak jenuh (EPA dan DHA). Kandungan proksimat ikan sidat *A. bicolor pacifica* dan *A. marmorata* asal Korea didominasi oleh kadar air yaitu 71,1% dan 71,8%, serta protein kasar 17,4% dan 17,7%, dengan Kandungan EPA 3,28% dan 9,6%, dan DHA 2,93% dan 9,14%. Wijayanti dan Setiyorini (2018) melaporkan bahwa *A. bicolor* dari hasil budidaya yang berasal dari daerah Cilacap (Indonesia) dengan berat rata-rata 300 g/ekor mengandung protein 17,51%, lemak 17,72%, kadar air 62,36%, dan kadar abu 1,33% (Saleh et al., 2022).

IV. Sereal Instan

Sereal merupakan produk siap saji yang umumnya dikonsumsi bersamaan dengan susu. Namun seiring dengan perkembangan zaman, inovasi sereal terus berkembang, salah satunya minuman serbuk sereal instan. Minuman serbuk sereal lebih praktis dalam segi penyajian karena didalam kemasan sachet sudah terdapat susu, gula, perisa, dan vitamin. Untuk mengkonsumsinya, konsumen cukup menyeduh serbuk sereal dengan air panas (Rahayu et al., 2024). Penyajiannya

hanya memerlukan waktu singkat, yaitu kurang dari 3 menit. Salah satu contoh pangan sereal instan adalah minuman sereal instan atau minuman sereal cepat saji (Dewanti W., 2014).

Contoh minuman instan komersil dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Sereal Instan
(Sumber : Ralali, 2024)

Minuman instan adalah produk yang dikemas, mudah disajikan, praktis, dan diolah dengan cara sederhana (diseduh dengan air hangat). Salah satu bentuk minuman instan, yaitu minuman instan berenergi yang terbuat dari sereal dengan penambahan berbagai bahan, seperti gula, susu, sereal, vitamin, mineral, dan sebagainya (Krisnamurti et al., 2024).

Dalam formulasi modern, sereal instan dapat diperkaya dengan protein, serat, atau mikronutrien seperti pada penelitian Tanuwijaya et al., (2025) sehingga menjadi lebih dari sekadar sumber energi: produk ini juga dapat menawarkan nilai gizi tinggi sebagai bagian dari pola makan seimbang. Oleh karena itu, sereal instan dikenal sebagai alternatif praktis dan bergizi untuk sarapan atau camilan sehat dalam gaya hidup modern. Syarat mutu minuman susu sereal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Syarat Mutu Susu Sereal SNI 01-4270-1996

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Bau	-	Normal
1.2	Rasa	-	Normal
2	Air	%b/b	Maks. 3,0
3	Abu	%b/b	Maks.4
4	Protein	%b/b	Min.5
5	Lemak	%b/b	Min.7,0
6	Karbohidrat	%b/b	Min.60,0
7	Serat Kasar	%b/b	Maks.0,7
	Bahan tambahan makanan :	-	Tidak boleh ada
8	8.1 Pemanis buatan (sakarín dan siklamat)		Sesuai dengan SNI
	8.2 Pewarna tambahan	-	01-0222-1995
	Cemaran logam :		
9	9.1 Timbal (Pb)	mg/kg	Maks.2,0
	9.2 Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks.30,0
	9.3 Seng (Zn)	mg/kg	Maks.40,0
	9.4 Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/250,0*
	9.5 Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
10	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks.1,0
	Cemaran Mikroba :		
	11.1 Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. 5×10^5
	11.2 Coliform	APM/g	Maks. 10^2
11	11.3 <i>E.coli</i>	APM/g	Maks. <3
	11.4 <i>Salmonella</i> /25g	-	Negatif
	11.5 <i>Staphylococcus aureus</i> /g	-	Negatif
	11.6 Kapang	Koloni/g	Maks. 10^2

Keterangan : * Kemasan dalam kaleng

(Sumber : Badan Standardisasi Nasional, 1996).

III. METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Bahan dan Alat, (2) Metode Penelitian, (3) Prosedur Penelitian, dan (4) Jadwal Penelitian.

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

Bahan baku utama yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*), tanaman terubuk (*Saccharum edule*), dan ikan sidat (*Anguilla bicolor*). Bahan baku penunjang yang digunakan adalah susu kedelai dan air.

Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis produk sereal instan adalah aquadest, H_2SO_4 0,3 N, $CHCl_3$, NaOH 30%, NaOH 0,3 N, alkohol 70%, N-Heksan, garam *Kjedahl*, H_2SO_4 pekat, granula *zinc*, batu didih, Na_2SO_3 5%, NaOH 0,1 N, indikator *Phenolftalin*, dan HCL 0,1 N,

3.1.2 Alat

Alat yang digunakan untuk membuat produk sereal instan adalah timbangan digital, baskom, spatula, panci, *tray*, *cabinet dryer*, kompor dan grinder.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis produk sereal instan adalah cawan porselen, tang krus, desikator, oven, botol timbang, *thimble*, labu bundar, pipet seukuran, pipet berukuran, kertas saring, kawat kasa dan kaki tiga, bunsen, erlenmeyer 100 mL, timbangan analitik, corong, buret, penyangga buret, *reflux*, kondensor, labu ukur, kertas lakmus, kapas *wool*.

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang akan dilakukan terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian tahap I dan penelitian tahap II :

3.2.1 Penelitian Tahap I

Penelitian tahap I dilakukan dengan analisis bahan baku, yaitu analisis kadar serat kasar pada bahan baku tepung terubuk dan analisis kadar protein pada bahan baku kaldu sidat bubuk.

3.2.2 Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II yang dilakukan pada pembuatan sereal instan yaitu meliputi pengujian kimia dan fisik.

3.2.2.1 Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan dalam penelitian ini terdiri dari 1 faktor, yaitu perbandingan tepung terubuk dengan kaldu tulang sidat bubuk berbasis tepung moca. Faktor perbandingan tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk terdiri dari 5 taraf, yaitu:

Tabel 5. Komposisi Perbandingan Perlakuan Formulasi Sereal Instan

Perlakuan	Perbandingan
	Tepung Terubuk: Kaldu Sidat Bubuk
a_1	1:1
a_2	2:1
a_3	3:2
a_4	4:3
a_5	5:4

3.2.2.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 1 faktor dengan 5 taraf sebanyak 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 15 satuan percobaan.

Model matematika untuk rancangan ini adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Hasil pengamatan pada perlakuan ke-i dalam ulangan ke-j

μ : Nilai tengah umum

A_i : Pengaruh faktor F dari kelompok ke-i (perbandingan tepung terubuk dan kaldu tulang sidat bubuk berbasis mocaf)

i : Taraf perlakuan (a_1, a_2, a_3, a_4 , dan a_5)

j : Kelompok ulangan (1,2 dan 3)

ε_{ij} : Pengaruh galat percobaan pada taraf perlakuan ke-i pada ulangan ke-j

Sumber : (Gasperz, 1995)

Matriks Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor dengan 3 kali ulangan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks Rancangan Acak Kelompok (RAK).

Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Tulang Sidat Bubuk	Ulangan		
	1	2	3
$a_1 = 1:1$	a_1	a_1	a_1
$a_2 = 2:1$	a_2	a_2	a_2
$a_3 = 3:2$	a_3	a_3	a_3
$a_4 = 4:3$	a_4	a_4	a_4
$a_5 = 5:4$	a_5	a_5	a_5

Berdasarkan rancangan di atas dapat dibuat denah (*layout*) percobaan sebagai berikut:

Tabel 7. *Lay Out* Percobaan dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK).

Kelompok Ulangan 1				
a_1	a_3	a_4	a_5	a_2
Kelompok Ulangan 2				
a_1	a_5	a_4	a_3	a_2
Kelompok Ulangan 3				
a_1	a_3	a_5	a_2	a_4

3.2.2.3 Rancangan Analisis

Berdasarkan percobaan diatas untuk memudahkan pengujian maka dilanjutkan uji analisis variasi (ANOVA) dan selanjutnya ditentukan hipotesis yaitu:

Tabel 8. Analisis Variasi (ANOVA) Rancangan Acak Kelompok (RAK)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	Fhitung	F tabel 5%
Kelompok	$r - 1$	JKK	KTK	-	-
Perlakuan (T)	$t - 1$	JKP	KTP	KTP/KTG	-
Galat	$(r-1) (t-1)$	JKG	KTG	-	-
Total	$tr-1$	JKT	-	-	-

Sumber : (Gasperz, 1995)

Berdasarkan Tabel Analisis Variasi (ANOVA) Percobaan Rancangan Acak Kelompok, selanjutnya dapat ditentukan daerah penolakan hipotesis yaitu :

1. Hipotesis diterima, jika $F \text{ hitung} > F \text{ tabel}$ pada taraf 5% ketika perbandingan tepung terubuk dengan kaldu tulang sidat bubuk berpengaruh terhadap karakteristik produk sereal instan, maka pengujian lebih lanjut harus dilakukan dengan menggunakan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

2. Hipotesis ditolak, jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ pada taraf 5% ketika perbandingan tepung terubuk dengan kaldu tulang sidat bubuk tidak berpengaruh terhadap karakteristik produk sereal instan tidak diperlukan uji lanjut.

3.2.1.4 Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan pada produk sereal instan meliputi respon kimia dan fisik.

a. Respon Kimia

Respon kimia yang dilakukan terhadap sereal instan adalah analisis kadar air menggunakan metode gravimetri (Lampiran 1), analisis kadar lemak menggunakan metode ekstraksi *Soxhlet* (Lampiran 2), analisis kadar karbohidrat menggunakan metode *by Difference* (Lampiran 3), analisis kadar protein menggunakan metode *Kjedhal* (Lampiran 4), analisis kadar serat kasar (Lampiran 5), analisis kadar abu (Lampiran 6), dan analisis total energi (Lampiran 7).

b. Respon Fisika

Respon fisika yang dilakukan terhadap sereal instan adalah analisis *bulk density* (Lampiran 8), *tapped density* (Lampiran 9), *flowability* (Lampiran 10), *wettability* (Lampiran 11) dan uji *solubility* (Lampiran 12).

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Prosedur Penelitian Tahap I

Penelitian I ini terdiri dari 2 proses, yaitu proses pembuatan tepung terubuk dan proses pembuatan kaldu sidat bubuk. Berikut merupakan proses pembuatan tepung terubuk:

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan tepung terubuk berasal dari tanaman terubuk.

2. Pencucian

Bahan baku tersebut dilakukan pencucian pada air mengalir.

3. *Trimming*

Selanjutnya, terubuk dilakukan proses *trimming* untuk menghilangkan bagian-bagian yang tidak digunakan dalam pengolahan. Proses *trimming* meliputi pemotongan akar, pelepah luar, serta bagian tanaman yang rusak guna memperoleh bahan baku yang bersih dan siap diproses lebih lanjut.

4. Pencetakan

Terubuk yang telah melalui proses *trimming*, kemudian disusun pada *tray* dengan ukuran 0,1-0,5 mm.

5. Pengeringan

Terubuk dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 55°C selama 6 jam hingga kadar air bahan menurun.

6. *Tempering*

Bahan kering hasil pengeringan dilakukan proses *tempering* pada suhu 25 °C selama 20 menit untuk menstabilkan kelembapan bahan.

7. Penggilingan

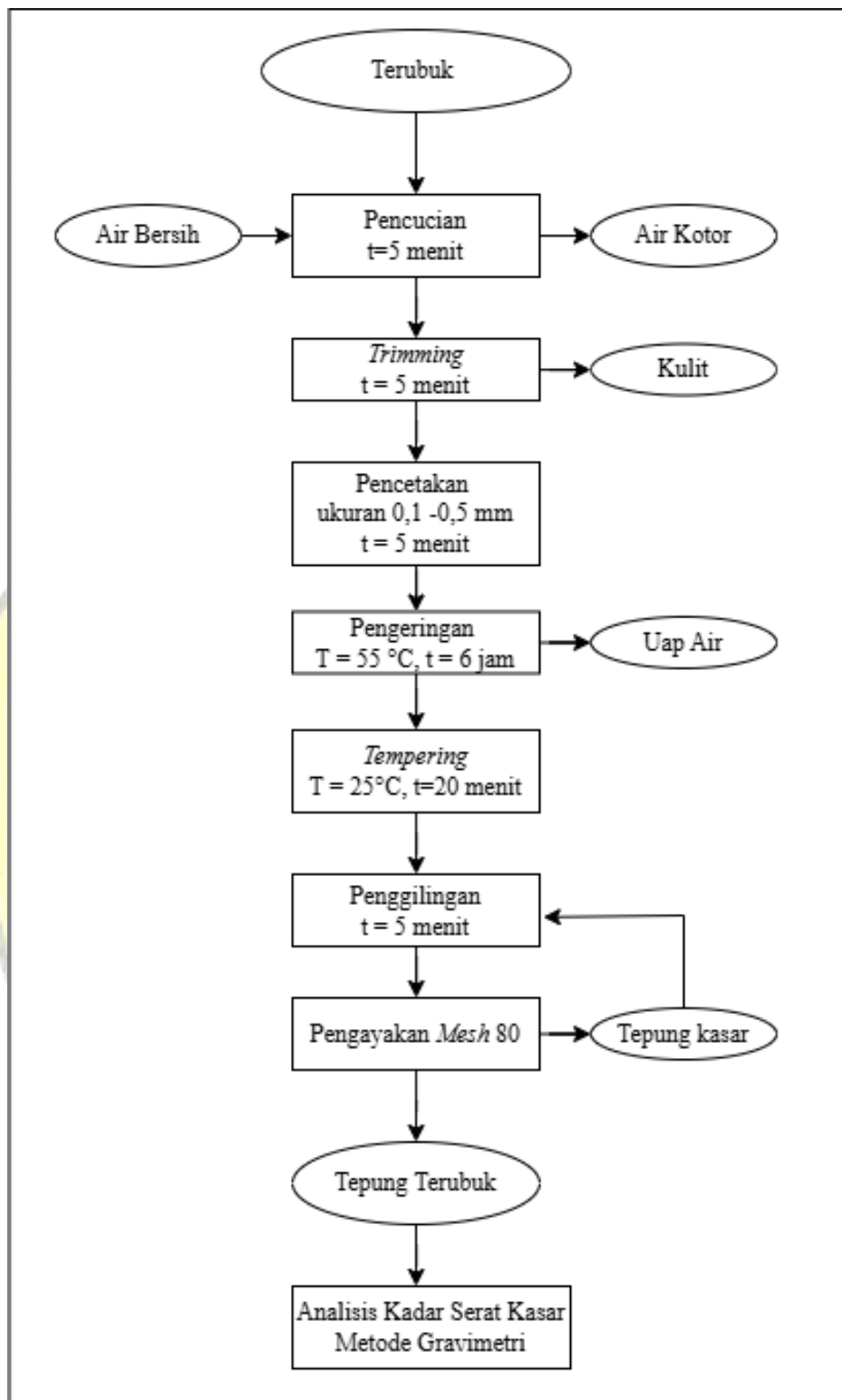
Bahan yang telah melalui proses *tempering* digiling kembali selama 5 menit hingga diperoleh tepung terubuk dengan ukuran partikel yang halus.

8. Pengayakan *Mesh* 80

Hasil penggilingan diayak menggunakan *mesh* 80 untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam.

9. Pengujian Bahan

Tepung terubuk dianalisis terhadap respon kimia, yaitu analisis kadar serat kasar dengan metode gravimetri.



Gambar 5. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Terubuk
(Sumber : dimodifikasi dari Lestari et al., 2023)

Proses kedua merupakan proses pembuatan kaldu tulang sidat bubuk, yaitu:

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan kaldu berasal dari ikan sidat.

2. *Dressing*

Ikan sidat dilakukan proses *dressing* selama 5 menit untuk memisahkan bagian tulang.

3. Perebusan

Tulang ikan sidat direbus dengan penambahan air pada perbandingan 2:1 pada suhu 80°C selama 30 menit hingga diperoleh ekstrak kaldu dan tulang. Selanjutnya, dilakukan filtrasi untuk memisahkan sisa tulang.

4. Pencampuran

Pencampuran dengan menambahkan maizena 2,5% bersamaan dengan pemasakan pada suhu 80°C selama 10 menit hingga diperoleh kaldu.

5. Pencetakan

Kaldu tersebut dilakukan pencetakan diatas loyang dengan ketebalan 0,5 – 1 cm.

6. Pengeringan

Kaldu tersebut dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 3 jam hingga kadar air menurun.

7. *Tempering*

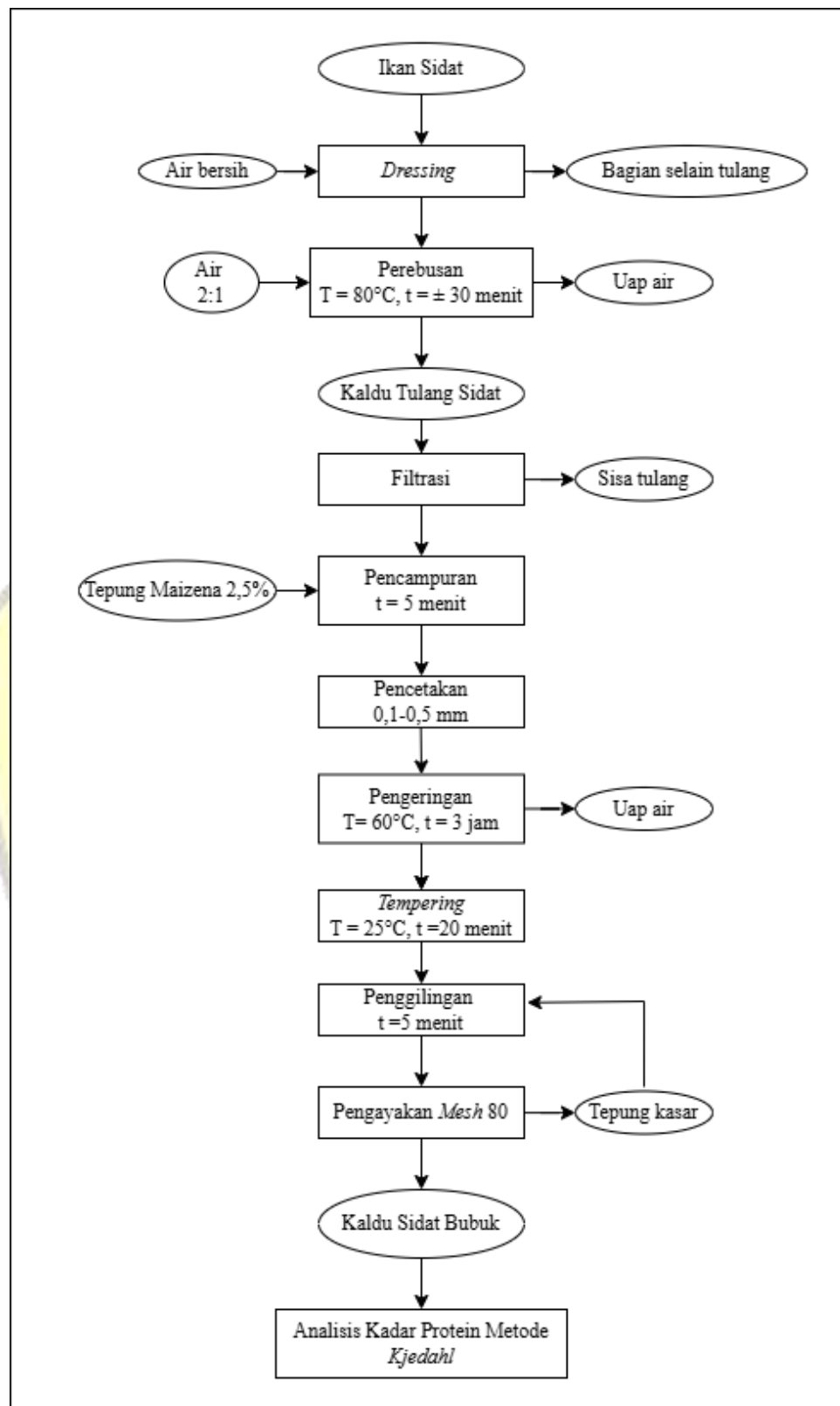
Produk hasil pengeringan dilakukan proses *tempering* selama 20 menit untuk menstabilkan kelembapan bahan.

8. Penggilingan

Bahan kering digiling menggunakan grinder selama 5 menit hingga diperoleh kaldu tulang sidat bubuk dengan ukuran partikel halus dan seragam.

9. Pengayakan *Mesh* 80

Hasil penggilingan diayak menggunakan *mesh* 80 untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Kaldu sidat bubuk yang dihasilkan dianalisis berdasarkan respon kimia, yaitu analisis kadar protein menggunakan metode *kjeldahl*.



Gambar 6. Diagram Alir Proses Pembuatan Kaldu Tulang Ikan Sidat
(Sumber : dimodifikasi dari Yabudi et al., 2022)

3.3.2 Prosedur Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II merupakan proses pengolahan produk *sereal instan* :

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan dalam proses pembuatan sereal instan, yaitu tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk dengan rasio perbandingan 1:1, 2:1, 3:2, 4:3, dan 5:4.

2. Pencampuran I

Tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk dilakukan pencampuran kering dengan tepung mocaf 20% dan susu kedelai 10% selama ± 5 menit.

3. Pencampuran II

Air ditambahkan ke dalam campuran dengan perbandingan 3:1, kemudian dilakukan pengadukan kembali selama ± 5 menit hingga terbentuk adonan bubur yang homogen.

4. Pemasakan

Adonan bubur dimasak selama ± 10 menit untuk menghasilkan proses gelatinisasi pati dan pembentukan tekstur.

5. *Tempering* I

Setelah proses pemasakan, bahan dilakukan proses *tempering* pada suhu 25°C selama ± 20 menit untuk menstabilkan kondisi bahan sebelum proses pengeringan.

6. Pencetakan

Selanjutnya, adonan bubur dilakukan pencetakan diatas *tray* yang telah dilapisi oleh plastik dengan ketebalan 2-3 mm.

7. Pengeringan

Tray tersebut kemudian dilakukan proses pengeringan dalam *cabinet dryer* dengan suhu $50-60^{\circ}\text{C}$ selama 4-5 jam.

8. *Tempering* II

Setelah proses pengeringan, produk kering dilakukan proses *tempering* pada suhu 25°C selama ± 20 menit.

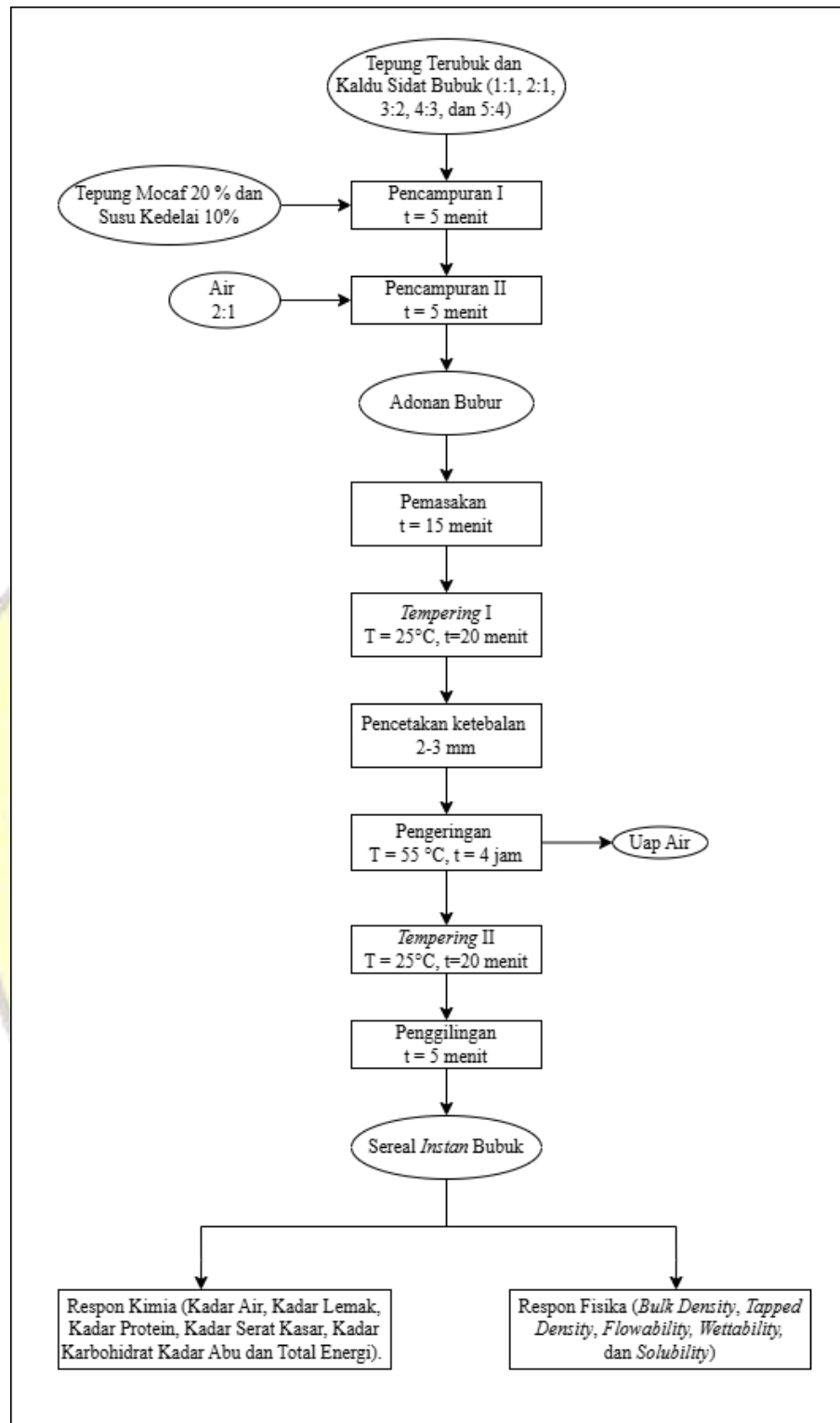
9. Penggilingan

Produk kering digiling selama ± 5 menit hingga diperoleh partikel dengan ukuran yang seragam dan sesuai dengan karakteristik sereal instan.

10. Pengujian Produk

Produk sereal instan yang dihasilkan dianalisis berdasarkan respon kimia, meliputi kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar serat kasar, kadar karbohidrat, kadar abu dan total energi. Serta, dilakukan analisis respon fisika meliputi *bulk density*, *tapped density*, *flowability*, *wettability* dan *solubility*.





Gambar 7. Diagram Alir Proses Pembuatan Sereal Instan
(Sumber : dimodifikasi dari Novidahlia et al., 2020)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan tentang : (1) Hasil Penelitian Tahap I, (2) dan Hasil Penelitian Tahap II.

4.1. Hasil Penelitian Tahap I

Penelitian tahap I yang dilakukan meliputi pembuatan tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk. Penelitian tahap I ini bertujuan untuk mengetahui jumlah kadar serat kasar pada bahan baku tepung terubuk dan jumlah kadar protein pada kaldu sidat bubuk.

4.1.1. Karakterisasi Tepung Terubuk

Karakterisasi tepung terubuk (*Saccharum edule Hasskarl*) meliputi pengamatan sifat fisik dan analisis kadar serat kasar. Secara fisik, tepung terubuk berbentuk serbuk halus berwarna kuning keemasan hingga krem kecoklatan sebagai akibat dari reaksi *Maillard* antara gula pereduksi dan gugus amina primer selama proses pengeringan. Tepung terubuk juga bersifat higroskopis sehingga rentan menyerap uap air dari lingkungan dan cenderung menggumpal (*caking*) selama penyimpanan, sehingga pengemasan kedap udara diperlukan untuk mempertahankan mutunya (Hustiany, 2016).



Gambar 8. Tepung Terubuk

Hasil analisis kadar serat kasar tepung terubuk pada penelitian ini menunjukkan nilai sebesar 7,89% pada ulangan pertama dan 7,63% pada ulangan kedua, dengan nilai rata-rata sebesar 7,76%. Nilai tersebut lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kandungan serat kasar bunga terubuk segar yang hanya berkisar 0,7 g per 100 g bahan (Chaniago, 2019). Peningkatan kadar serat kasar ini sejalan dengan prinsip dasar proses penepungan, yakni terjadinya reduksi kadar air secara signifikan sehingga seluruh komponen padatan termasuk fraksi serat menjadi lebih terkonsentrasi per satuan berat bahan kering yang dihasilkan (Winarno, 1992).

Kadar serat kasar pada tepung dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya adalah suhu dan lama pengeringan serta proses penggilingan bahan baku. Kadar serat cenderung semakin tinggi apabila proses pengeringan dilakukan pada suhu yang tinggi dan dalam rentang waktu yang lama, karena kondisi tersebut menyebabkan kandungan air pada bahan menjadi rendah sehingga komponen serat menjadi lebih terkonsentrasi. Selain itu, semakin lama waktu pengeringan maka kadar serat kasar tepung dapat semakin berkurang, karena pada suhu yang rendah dan waktu yang singkat struktur penyusun serat kasar sudah mengalami kerusakan (Kisnawaty, 2017).

Proses pengeringan terubuk pada penelitian ini dilakukan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 55°C selama 6 jam. Pemilihan alat pengering ini didasarkan pada kemampuannya dalam menghasilkan kondisi pengeringan yang terkontrol, merata, dan higienis, di mana *cabinet dryer* memiliki keunggulan dalam mempertahankan kualitas sensoris dan nutrisi bahan karena mampu mengontrol suhu secara lebih stabil dibandingkan metode pengeringan tradisional seperti penjemuran langsung yang sangat bergantung pada kondisi cuaca (Novitasari, 2025).

Penetapan suhu 55°C merupakan suhu moderat yang dipilih untuk menyeimbangkan efektivitas penurunan kadar air dengan preservasi kandungan gizi, mengingat pada proses pengeringan, kandungan karbohidrat, protein, dan mineral bahan cenderung meningkat akibat berkurangnya kadar air, namun vitamin dan zat warna dapat rusak atau berkurang apabila suhu yang digunakan

terlalu tinggi. Durasi pengeringan selama 6 jam ditetapkan agar kadar air bahan dapat menurun hingga batas yang memadai untuk proses penepungan, mengingat kadar air akhir yang dikehendaki untuk kebanyakan bubuk sayuran adalah sekitar 2 hingga 4 persen guna menjamin umur simpan dan kualitas yang memuaskan (Jurnal Sains dan Teknologi Pangan, 2024).

4.1.2. Karakterisasi Kaldu Sidat Bubuk

Karakterisasi kaldu tulang ikan sidat (*Anguilla* sp.) bubuk meliputi pengamatan sifat fisik secara visual dan analisis kadar protein. Secara fisik, kaldu tulang ikan sidat bubuk yang dihasilkan berbentuk serbuk halus berwarna putih krem hingga putih kekuningan dengan aroma khas ikan sidat. Warna putih kekuningan pada kaldu bubuk ini dipengaruhi oleh kandungan lemak dan protein dari tulang ikan sidat yang terlarut selama proses ekstraksi dan pengeringan.



Gambar 9. Kaldu Sidat Bubuk

Hasil analisis kadar protein kaldu isidat bubuk pada penelitian ini diperoleh nilai rata-rata sebesar 23,72%, yakni 23,69% pada ulangan pertama dan 23,75% pada ulangan kedua. Nilai tersebut tergolong cukup tinggi apabila dibandingkan dengan kaldu bubuk berbahan dasar hasil samping industri pengolahan ikan tuna, yang berdasarkan hasil uji proksimat hanya memiliki kadar protein

berkisar antara 2,70% hingga 8,44% dengan nilai tertinggi diperoleh pada formula dengan penambahan 700 gram ikan dalam satu liter air. Perbedaan kadar protein yang cukup signifikan ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan bahan baku yang digunakan, komposisi formula, serta proses pengolahan yang diterapkan dalam pembuatan kaldu bubuk (Syntax Literate Editorial, 2022).

Proses pengeringan kaldu sidat pada penelitian ini dilakukan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama 3 jam. Suhu 60°C dipilih sebagai suhu moderat yang dinilai efektif dalam menurunkan kadar air kaldu tanpa menyebabkan degradasi komponen gizi secara signifikan, sebagaimana dalam penelitian kaldu bubuk kepala ikan gabus, suhu pengeringan 50°C, 60°C, dan 70°C terbukti berpengaruh nyata terhadap kadar protein produk, sehingga pemilihan suhu yang tepat menjadi kritis dalam mempertahankan kualitas kaldu bubuk yang dihasilkan (Meidiana, 2008).

Penambahan tepung maizena 2,5% pada proses pembuatan kaldu sidat bubuk dalam penelitian ini berfungsi sebagai bahan pengisi (*filler*) sekaligus bahan pengental. Dalam pembuatan bubuk penyedap berbasis kaldu ikan, penambahan bahan pengisi berupa tepung maizena dilakukan setelah proses filtrasi, kemudian dihomogenisasi hingga bertekstur kental sebelum dikeringkan, dengan tujuan membantu pembentukan struktur bubuk yang lebih baik dan memudahkan proses pengeringan (Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, 2024).

Keberadaan maizena dalam formulasi kaldu bubuk berpotensi memengaruhi karakteristik produk akhir. Jenis dan konsentrasi bahan pengisi terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air, kelarutan dalam air, serta sifat hedonik aroma dan rasa kaldu bubuk, meskipun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar protein dan kadar lemak produk (Jurnal Food Engineering, 2024). Di sisi lain, maizena juga diketahui dapat menyerap lendir dan kotoran halus yang menjadi penyebab bau amis pada produk berbahan dasar ikan (Global Solusi Ingredia, 2025).

4.2. Hasil Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II dilakukan terhadap produk sereal instan yang mencakup analisis kimia dan analisis fisik. Analisis kimia meliputi pengujian kadar air dengan menggunakan metode gravimetri, kadar abu dengan metode gravimetri, kadar protein dengan metode *Kjeldahl*, kadar lemak dengan metode ekstraksi *Soxhlet*, kadar serat kasar, serta pengujian kadar karbohidrat total yang dihitung secara *by difference*. Sementara itu, analisis fisik yang dilakukan meliputi pengujian *bulk density*, *tapped density*, *flowability*, *wettability*, dan *solubility* guna mengevaluasi karakteristik fisik produk sereal instan yang dihasilkan.



Gambar 10. Produk Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda

4.2.1 Analisis Proksimat

Analisis proksimat merupakan serangkaian pengujian kimiawi yang bertujuan untuk mengetahui komposisi gizi dasar suatu produk pangan, meliputi kadar air, kadar serat kasar, kadar lemak, kadar protein, kadar abu, kadar karbohidrat, dan total energi. Dalam penelitian mengenai pengaruh perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk terhadap karakteristik sereal instan, analisis proksimat perlu dilakukan untuk mengevaluasi apakah variasi formulasi yang digunakan memberikan perbedaan yang signifikan terhadap nilai gizi produk yang dihasilkan. Selain itu, analisis proksimat juga diperlukan untuk memastikan bahwa produk sereal instan yang dihasilkan memenuhi standar mutu gizi yang ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional.

Tabel 9. Hasil Analisis Proksimat Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda

Perbandingan Tepung Terubuk : Kaldu Sidat Bubuk	Kadar Air (%)	Kadar Serat Kasar (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Karbohidrat (%)	Total Energi (kkal/35 gram)
a1 (1:1)	2,54±0,18 ^a	0,42±0,06 ^a	9,72±0,17 ^a	23,49±0,27 ^a	3,78±0,07 ^c	60,04±0,04 ^b	147,58±0,24 ^c
a2 (2:1)	2,74±0,01 ^{ab}	0,46±0,06 ^a	7,39±0,11 ^b	25,82±0,41 ^b	3,27±0,09 ^a	60,32±0,37 ^b	143,89±0,37 ^a
a3 (3:2)	2,76±0,13 ^b	0,57±0,01 ^b	9,04±0,12 ^c	23,36±0,22 ^a	3,33±0,05 ^{ab}	62,94±0,11 ^b	146,50±0,12 ^b
a4 (4:3)	2,72±0,18 ^{ab}	0,65±0,01 ^{cd}	8,95±0,06 ^c	25,35±0,42 ^b	3,39±0,01 ^b	58,94±0,54 ^a	146,18±0,33 ^b
a5 (5:4)	2,91±0,05 ^b	0,68±0,01 ^d	9,47±0,34 ^d	24,94±0,88 ^b	3,69±0,07 ^c	58,31±1,09 ^a	146,38±0,79 ^b

4.2.1.1 Kadar Air

Kadar air dalam bahan pangan berperan penting dalam menentukan ketahanan produk terhadap pertumbuhan mikroorganisme, yang dinyatakan melalui nilai aktivitas air (A_w), yaitu jumlah air bebas yang tersedia untuk mendukung aktivitas mikroba. Semakin rendah kadar air dan nilai A_w suatu bahan pangan, semakin panjang pula umur simpannya dibandingkan dengan produk dengan nilai lebih tinggi. Pada produk sereal instan, kadar air merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi stabilitas penyimpanan, khususnya tekstur sereal menjadi menggumpal. Peningkatan kadar air dapat mempercepat reaksi oksidasi lemak yang berdampak pada perubahan cita rasa dan penurunan mutu sensori (Fibers et al., 2026).

Berdasarkan Tabel 9, dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi proporsi tepung terubuk yang digunakan, semakin tinggi pula nilai kadar air produk sereal instan yang dihasilkan. Kadar air terendah diperoleh pada perlakuan a1 dengan penambahan tepung terubuk sebesar 35% dan kaldu sidat bubuk sebesar 35%, yaitu sebesar 2,54%, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan a5 dengan proporsi tepung terubuk 46,67% dan kaldu sidat bubuk 23,33%, yaitu sebesar 2,83%.

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 16, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap kadar air sereal instan yang dihasilkan, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan. Adanya kecenderungan peningkatan kadar air seiring dengan perubahan proporsi bahan dalam formulasi mengindikasikan bahwa komposisi bahan baku memberikan pengaruh terhadap kemampuan produk dalam mengikat dan mempertahankan air. Variasi kadar air pada produk sereal instan diduga dipengaruhi oleh proporsi bahan penyusun yang memiliki sifat higroskopis, sehingga mudah menyerap air dari lingkungan sekitarnya (Nirbaya et al., 2026).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan kode perlakuan a4, a2, a3 dan a5. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a2, tetapi berbeda nyata dengan a1, a3 dan a5. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a5, tetapi berbeda nyata dengan a1, a4

dan a2. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1, a4 dan a2.

Peningkatan kadar air antarperlakuan dalam penelitian ini tidak terlepas dari pengaruh karakteristik komponen karbohidrat yang terkandung dalam bahan penyusun formulasi, khususnya fraksi pati dan serat. Tepung mocaf sebagai salah satu bahan utama dalam formulasi memiliki kandungan pati yang cukup tinggi, yaitu sebesar 73,29%, dan semakin tinggi kandungan pati suatu bahan maka semakin cepat pati tergelatinisasi serta semakin besar kemampuannya dalam menyerap air (Rahman, 2007 dalam Indriyani et al., 2013). Hal ini berkaitan dengan sifat dasar molekul pati yang bersifat hidrofilik, di mana gugus hidroksil (-OH) pada rantai amilosa maupun amilopektin mampu membentuk ikatan hidrogen dengan molekul air, sehingga meningkatkan kapasitas penahanan air dalam matriks produk (Winarno, 2002).

Di samping fraksi pati, komponen serat yang terkandung dalam bahan juga turut berkontribusi dalam meningkatkan kemampuan penyerapan air produk, karena serat tidak larut seperti selulosa dan lignin memiliki struktur berpori dan bersifat hidrofilik sehingga mampu mengikat dan menahan air secara efektif (Diana et al., 2023). Dengan demikian, semakin tinggi proporsi tepung terubuk yang kaya serat dalam formulasi seiring peningkatan perlakuan, maka semakin besar pula potensi produk untuk mengikat dan mempertahankan air, yang tercermin dari kecenderungan peningkatan nilai kadar air dari perlakuan a1 ke a5.

Selain itu, menurut penelitian Binahong et al., (2023), proses pengeringan pada suhu 60°C yang diaplikasikan dalam pembuatan sereal instan ini berperan penting dalam mereduksi kadar air bahan. Peningkatan suhu pengeringan menyebabkan lebih banyak molekul air bebas yang menguap dari permukaan bahan, sehingga kadar air produk akhir dapat diminimalkan secara efektif.

Ditinjau dari standar mutu yang berlaku, Badan Standardisasi Nasional, secara keseluruhan seluruh nilai kadar air yang diperoleh masih berada dalam batas yang dapat diterima. SNI 01-4270-1996 tentang standar mutu sereal

menetapkan kadar air maksimal sebesar 3%, dan nilai kadar air di bawah angka tersebut dinilai tidak memberikan peluang bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang biak (Agustina, 2011 dalam Puji et al., 2020).

Rendahnya kadar air dalam produk berbasis tepung sangat penting dipertahankan karena kadar air yang rendah memperlambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga produk memiliki daya simpan yang lebih lama (Winarno, 2002). Selain berimplikasi pada aspek keamanan pangan, kadar air yang rendah juga berpengaruh positif terhadap karakteristik fisik produk, karena produk sereal yang telah melalui proses pemanggangan bersifat higroskopis sehingga apabila pengemasan tidak dilakukan secara kedap maka produk berpotensi menyerap uap air dari lingkungan dan meningkatkan kadar airnya selama penyimpanan, yang pada akhirnya dapat menurunkan kerenyahan dan kualitas produk (Lestari et al., 2024).

Menurut Aini et al. (2016) dalam Fitriani et al., (2021), bahan pangan berbentuk tepung untuk dapat disimpan dalam jangka waktu lama disyaratkan memiliki kadar air di bawah 10%. Kadar air yang melebihi ambang batas tersebut akan memicu pertumbuhan kapang, khamir, dan bakteri pembusuk yang mengakibatkan kerusakan fisik maupun kimia selama penyimpanan, termasuk perubahan warna, aroma tengik, dan penurunan nilai gizi produk. Dengan demikian, nilai kadar air yang dihasilkan pada seluruh perlakuan dalam penelitian ini, yang berada jauh di bawah 10%, memberikan jaminan bahwa sereal instan berbasis tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk memiliki potensi daya simpan yang baik.

Keterbatasan pada analisis kadar air dalam penelitian ini adalah pengukuran hanya dilakukan menggunakan metode gravimetri (pengeringan oven), yaitu dengan cara memanaskan sampel pada suhu 105°C hingga diperoleh berat konstan. Metode gravimetri diakui sebagai metode standar pengukuran kadar air bahan pangan, namun memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi akurasinya, antara lain suhu dan kelembaban ruang kerja, suhu dan tekanan udara pada ruang oven, serta ukuran dan struktur partikel sampel (Hayati et al., 2005).

4.2.1.2 Kadar Serat Kasar

Serat kasar menjadi salah satu komponen dalam analisa proksimat atau metode *by difference*, sehingga membantu menentukan seberapa besar karbohidrat produk pangan. Konsumsi serat kasar sebagian besar disuplai dari asupan pangan nabati, seperti sayuran dan sereal, baik bagian biji atau kulit ari (bekatul). Selulosa dan lignin merupakan komponen penyusun dinding sel dan teridentifikasi sebagai serat kasar (Fibers et al., 2026).

Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh tubuh, tetapi memberikan efek kesehatan untuk saluran pencernaan. Serat kasar terdiri atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Asupan serat kasar pada manusia sebagian besar bersumber dari konsumsi pangan nabati, meliputi sayuran, buah-buahan, dan produk sereal, baik dari bagian biji maupun lapisan luar biji seperti bekatul. Serat pangan tidak terlarut, yang termasuk selulosa, hemiselulosa, dan lignin, banyak ditemukan pada sereal, kacang-kacangan, dan sayuran (Novita et al., 2020).

Keberadaan serat dalam produk pangan seperti sereal instan memiliki relevansi gizi yang signifikan, terutama kaitannya dengan pengendalian berat badan. Makanan yang mengandung tinggi serat memiliki jumlah energi, lemak, dan gula yang lebih rendah, sehingga mampu mengurangi risiko obesitas dan menjadi salah satu upaya pilihan untuk mengendalikan berat badan. Selain itu, serat pangan juga berperan dalam memperlambat laju pengosongan lambung, memperpanjang rasa kenyang, dan menstabilkan kadar glukosa darah pascamakan. Sereal instan dapat dikategorikan sebagai makanan sumber serat apabila mengandung kadar serat antara 2–3 gram per 100gram bahan (Dianingtyas, 2018).

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 16, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap kadar serat kasar sereal instan yang dihasilkan, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 9. Kecenderungan peningkatan nilai serat kasar yang teramati seiring perubahan proporsi bahan dalam formulasi berkaitan erat dengan kontribusi masing-masing bahan baku terhadap

kandungan serat produk akhir. Tepung terubuk sebagai salah satu bahan utama dalam formulasi diketahui mengandung serat pangan dalam jumlah yang cukup signifikan, mengingat tanaman terubuk (*Saccharum edule* Hassk.) merupakan sumber nutrisi yang baik, rendah kalori, dan kaya serat (Pustaka BPPSDMP Pertanian, 2025).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a1 tidak berbeda nyata dengan kode perlakuan a2, tetapi berbeda nyata dengan a3,a4 dan a5. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a1, tetapi berbeda nyata dengan a3, a4 dan a5. Kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a1,a2,a4 dan a5. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a5, a1,a2 dan a3. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a1,a2,a3 dan a4.

Peningkatan kadar serat kasar antarperlakuan dalam penelitian ini sejalan dengan temuan pada produk sereal berbasis bahan lokal lainnya. Formulasi tepung bahan yang semakin banyak mengandung komponen berserat akan meningkatkan kadar serat pangan total produk sereal secara proporsional (Ambarsari et al., 2020). Secara mekanis, kadar serat kasar yang terkandung dalam bahan baku suatu produk akan mengembang selama proses pengolahan sehingga berpengaruh terhadap indeks penyerapan air, karena serat memiliki kemampuan pengikatan air yang kuat sehingga air yang sudah terikat oleh serat sulit untuk dilepaskan meskipun dengan proses pengeringan (Rakhmawati et al., 2014 dalam Lestari et al., 2024).

Hal tersebut menjelaskan di mana semakin tinggi kandungan serat kasar dalam formulasi maka semakin tinggi pula kemampuan produk dalam mengikat dan mempertahankan air, sebagaimana tercermin dari nilai kadar air yang cenderung meningkat seiring dengan perlakuan yang memiliki kandungan serat lebih tinggi. Dari perspektif pangan fungsional, tingginya kandungan serat juga diasumsikan mampu menurunkan indeks glikemik produk karena serat dapat memperlambat proses pencernaan pati dan penyerapan glukosa dalam saluran pencernaan (Jurnal Prepotif, 2025), sehingga sereal instan berbasis tepung terubuk berpotensi menjadi produk pangan fungsional yang baik bagi kelompok konsumen yang memerlukan kontrol glikemik.

Serat kasar merupakan bagian dari total karbohidrat yang tidak mengalami hidrolisis oleh enzim amilase, namun memiliki peranan penting dalam membentuk matriks struktur produk. Semakin tinggi kadar pati dan kadar serat kasar bahan baku, maka kemampuan untuk mengikat air semakin tinggi karena pati memiliki gugus hidroksil yang menyebabkan granula pati menyerap air lebih banyak, dan serat turut mempertegas kemampuan pengikatan tersebut (Jamilah et al., 2024 dalam Lestari et al., 2024).

Ditinjau dari standar mutu yang berlaku, Badan Standardisasi Nasional (2021), menetapkan batas maksimum kadar serat kasar pada produk sereal instan adalah sebesar 0,7%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar serat kasar pada seluruh perlakuan (a1 hingga a5) berkisar antara 0,42% hingga 0,68%, sehingga seluruh perlakuan tersebut telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SNI. Pemenuhan standar ini penting sebagai indikator kualitas produk sereal instan yang layak dikonsumsi dan memiliki potensi untuk dipasarkan secara komersial.

Keterbatasan pada analisis kadar serat kasar adalah metode hidrolisis asam-basa yang digunakan hanya mampu mengukur fraksi serat yang tidak larut. Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat (H_2SO_4 1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 3,25%). Serat pangan larut (*soluble dietary fiber*) meliputi pektin dan gum yang banyak terdapat pada buah dan sayur, sedangkan serat tidak larut (*insoluble dietary fiber*) meliputi selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang banyak ditemukan pada sereal, kacang-kacangan, dan sayuran. Dengan demikian, nilai serat kasar yang diperoleh cenderung lebih rendah dari kadar serat pangan total (*total dietary fiber*) yang sebenarnya, sehingga informasi nilai gizi fungsional sereal instan yang dihasilkan belum dapat disajikan secara lengkap.

4.2.1.3 Kadar Lemak

Lemak atau lipid merupakan salah satu komponen dalam tubuh yang berperan sebagai bahan dasar pembuatan hormon, sumber energi, sebagai komponen struktur membran sel dan membantu proses pencernaan. Kandungan

lemak terbesar yang terdapat pada makanan adalah jenis trigliserida (Fibers et al., 2026).

Lemak dalam makanan berperan penting dalam menjaga kesehatan tubuh manusia. Lemak merupakan sumber energi yang lebih efektif dibandingkan karbohidrat dan protein. Dalam satu gram lemak dapat menghasilkan 9 kkal yang berarti dua kali lebih besar dibandingkan karbohidrat dan protein yang hanya menyediakan 4 kkal per gram. Pada pengolahan makanan, lemak berfungsi sebagai penghantar panas dan memberikan cita rasa lezat yang lebih menarik (ariani et al., 2024).

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 16, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap kadar air sereal instan yang dihasilkan, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 9. Adanya pengaruh tersebut disebabkan oleh perbedaan proporsi kaldu sidat bubuk yang digunakan, mengingat ikan sidat dikenal memiliki kadar lemak alami yang tinggi, sedangkan tepung mocaf hanya menyumbang lemak dalam jumlah kecil sekitar 0,8% (Faza, 2007), sehingga semakin tinggi proporsi kaldu sidat dalam formulasi, semakin tinggi pula kadar lemak total produk, sejalan dengan temuan bahwa kadar lemak mi instan meningkat seiring bertambahnya proporsi tepung mocaf dalam formulasi (Universitas Brawijaya, 2013).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan kode perlakuan a2,a3,a4 dan a5. Kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a1,a3,a4 dan a5. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a4, tetapi berbeda nyata dengan a5, a1,a2 dan a3. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a5, a1, a2 dan a3. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a1, a2, a3 dan a4.

Kadar lemak ini berpengaruh terhadap karakteristik produk melalui beberapa mekanisme, yaitu karena komposisi proksimat dihitung berbasis 100%, peningkatan persentase lemak secara matematis menurunkan proporsi kadar air dan karbohidrat (Almatsier, 2009). Sifat lemak yang hidrofobik menghambat penyerapan air ke dalam matriks pati tepung mocaf dan terubuk

sehingga memengaruhi daya rehidrasi dan tekstur seduhan. Lemak yang teroksidasi selama pemanasan menghasilkan senyawa karbonil yang turut berinteraksi dengan gugus amin protein dalam reaksi *Maillard* bersama gula pereduksi dari karbohidrat, membentuk warna kecoklatan dan aroma khas produk (Prangdimurti et al., 2007).

Interaksi antara lemak dan karbohidrat juga terjadi melalui reaksi *Maillard*, yaitu reaksi pencoklatan non-enzimatis antara gula pereduksi (karbohidrat) dan gugus amin bebas dari protein, yang dipengaruhi oleh jenis gula, jenis asam amino, rasio keduanya, suhu, pH, kadar air, dan aktivitas air. Warna kecoklatan pada produk pangan yang dipanggang juga dapat terbentuk akibat oksidasi lipida serta interaksi antara asam amino dan produk oksidasi lipida tersebut (Telkom University, 2020), sehingga kandungan lemak berkontribusi pada warna dan flavor khas sereal instan. Produk hasil reaksi *Maillard* ini, selain memberi rasa dan aroma yang khas, juga dapat berperan sebagai antioksidan alami yang membantu menghambat ketengikan akibat oksidasi lemak selama penyimpanan (Hodge, 1953; Prangdimurti et al., 2007).

Kandungan lemak suatu makanan dapat ditentukan dengan mengekstraksi lemaknya. Metode ekstraksi lemak meliputi ekstraksi lemak kering dan ekstraksi lemak basah. Ekstraksi lemak kering dapat dilakukan dengan menggunakan metode soxhlet. Metode *soxhlet* dapat mengekstraksi lemak/minyak dari bahan pangan dengan pelarut organik non-polar seperti heksana, petroleum eter, dan dietil eter dengan menggunakan alat khusus yaitu ekstraktor soxhlet. Meskipun dalam perkembangannya metode ini tidak hanya terbatas pada ekstraksi lemak/minyak saja, tetapi bisa juga untuk analisis kandungan lainnya yang terdapat di dalam sampel (Ariani et al., 2024)

Berdasarkan hasil penelitian kandungan lemak ikan sidat jenis *Anguilla bicolor bicolor* mencapai 13,26%, sementara *Anguilla marmorata* bahkan dapat mencapai 21,35%. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian yang dilakukan oleh Anggraini et al. (2025) juga melaporkan bahwa kandungan proksimat *Anguilla bicolor* dari perairan Bengkulu Selatan memiliki kadar lemak berkisar antara 6,61% hingga 12,28%.

Menurut Fauziyyah et al., (2022), semakin tinggi suhu yang diterapkan dalam proses pengeringan, kadar lemak produk pangan cenderung meningkat karena penguapan air yang lebih intensif akan meningkatkan konsentrasi komponen padatan terlarut, termasuk lemak, secara proporsional. Mekanisme ini bersifat berbanding terbalik dengan kadar air, di mana peningkatan suhu dan lama waktu pengeringan mengakibatkan penurunan kadar air sekaligus peningkatan relatif kadar lemak pada produk yang dihasilkan.

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2021), menetapkan batas minimum kadar lemak pada produk sereal instan adalah sebesar 7%. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar lemak pada seluruh perlakuan (a1 hingga a5) berkisar antara 7% hingga 9%. Dengan demikian, seluruh perlakuan tersebut telah memenuhi persyaratan kadar lemak minimum sesuai standar SNI yang ditetapkan. Pemenuhan standar minimum lemak ini penting karena kadar lemak yang mencukupi pada produk sereal instan berperan dalam memastikan ketersediaan sumber energi.

Keterbatasan pada analisis kadar lemak adalah penggunaan metode ekstraksi *Soxhlet* yang hanya mengukur lemak total (*crude fat*) berdasarkan kelarutan dalam pelarut organik. Metode ini tidak memberikan informasi mengenai komposisi asam lemak, termasuk proporsi asam lemak jenuh, tak jenuh tunggal, maupun tak jenuh ganda yang penting dalam menentukan nilai gizi dan keamanan produk dari aspek kesehatan. Menurut Winarno (1992), menyatakan bahwa analisis lemak total saja belum cukup untuk mendeskripsikan kualitas lemak suatu produk pangan secara menyeluruh tanpa disertai analisis profil asam lemak yang lebih spesifik.

4.2.1.4 Kadar Protein

Protein merupakan salah satu makronutrien esensial yang memiliki fungsi biologis sangat luas dalam tubuh manusia, meliputi pembentukan dan perbaikan jaringan, katalis reaksi biokimia melalui peran enzim, pengaturan hormon dan sistem imun, serta sebagai sumber energi cadangan. Secara struktural, protein tersusun atas rangkaian asam amino yang dihubungkan oleh

ikatan peptida, dan kualitas protein suatu bahan pangan sangat ditentukan oleh kelengkapan profil asam amino esensialnya(Amin, 2016).

Protein merupakan salah satu makronutrisi yang memiliki peranan penting dalam pembentukan biomolekul. Protein merupakan makromolekul yang menyusun lebih dari separuh bagian sel. Protein menentukan ukuran dan struktur sel, komponen utama dari enzim yaitu biokatalisator berbagai reaksi metabolisme dalam tubuh(Sylvia et al., 2021).

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 16, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap kadar protein sereal instan yang dihasilkan, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil analisis tersebut disajikan pada Tabel 9. Tingginya kadar protein ini diduga berasal dari kontribusi protein hewani pada kaldu sidat bubuk, mengingat penambahan bahan hewani seperti tepung ikan pada suatu produk pangan terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan proksimat, termasuk kadar protein (Tuhumury et al., 2020), serta dapat meningkatkan kadar protein produk secara signifikan dibandingkan formulasi tanpa penambahan bahan hewani (Lanita et al., 2013).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan kode perlakuan a1, tetapi berbeda nyata dengan a5,a4 dan a2. Kode perlakuan a1 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a5, a4 dan a2. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a4 dan a5, tetapi berbeda nyata dengan a3 dan a1. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a2 dan a5, tetapi berbeda nyata dengan a3 dan a1. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a5 dan a4, tetapi berbeda nyata dengan a3 dan a1.

Ikan sidat (*Anguilla* sp.) dikenal sebagai salah satu jenis ikan air tawar dengan kandungan protein yang tinggi, yaitu berkisar 14,57–19,12% pada daging segar (Fajar Utami et al., 2021) dan 16,78–17,30%. Ketika diolah menjadi bubuk melalui proses pengeringan, kandungan protein per satuan bobot kering meningkat secara signifikan karena sebagian besar air (yang pada daging segar mencapai 57–71% dari total bobot) telah dihilangkan, sehingga

komponen protein menjadi lebih terkonsentrasi. Sebaliknya, tepung mocaf sebagai bahan dasar pati hanya mengandung protein dalam jumlah sangat kecil, yakni sekitar 1,93% (Wulandari et al., 2021), karena mocaf pada dasarnya merupakan produk modifikasi pati singkong yang miskin protein.

Protein ikan sidat juga dikenal memiliki profil asam amino esensial yang lengkap dan kualitas biologis yang tinggi, sehingga penambahan kaldu sidat bubuk tidak hanya meningkatkan angka persentase protein pada uji proksimat, tetapi juga meningkatkan nilai gizi fungsional produk secara keseluruhan. Hal ini berbeda dengan protein nabati pada tepung terubuk dan mocaf, yang umumnya memiliki kandungan asam amino esensial (terutama lisin dan metionin) yang lebih terbatas (Nafsiyah et al., 2018).

Meskipun demikian, perlu dipahami bahwa proses pengolahan panas yang diterapkan dalam pembuatan sereal instan berpotensi memengaruhi kualitas dan ketersediaan protein produk akhir. Seluruh asam amino dalam bahan pangan, khususnya lisin, treonin, dan metionin, diketahui rentan mengalami kerusakan akibat paparan pemanasan kering maupun proses pengolahan intensif lainnya (Fibers et al., 2026).

Menurut Sule et al., (2024) dalam Fibers et al., (2026), perubahan struktur protein dipengaruhi oleh komposisi penyusunnya serta metode pengolahan yang diterapkan. Paparan suhu tinggi meningkatkan interaksi antara asam amino dengan gula pereduksi yang terdapat pada bahan baku sehingga memicu terjadinya reaksi maillard. Reaksi ini menghasilkan warna coklat pada produk sekaligus berpotensi menurunkan mutu protein akibat berkurangnya ketersediaan asam amino esensial.

Perbedaan kadar protein yang nyata antar formulasi juga berimplikasi terhadap sifat fungsional sereal instan. Protein memiliki kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) dan membentuk struktur jaringan (matriks) bersama pati selama proses pemanasan, sehingga kadar protein yang lebih tinggi berpotensi memengaruhi tekstur, daya rehidrasi, dan kekompakan butiran sereal instan saat diseduh. Selain itu, kandungan protein hewani dari kaldu sidat turut memberikan kontribusi terhadap cita rasa gurih (umami) yang khas,

mengingat protein ikan kaya akan asam glutamat dan nukleotida yang berperan sebagai prekursor rasa gurih alami (Hafiluddin et al., 2014).

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2021), menetapkan batas minimum kadar protein pada produk sereal instan adalah sebesar 5%. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rata-rata kadar protein pada seluruh perlakuan (a1 hingga a5) berkisar antara 23,36% hingga 25,82%. Nilai tersebut jauh melampaui batas minimum yang ditetapkan SNI, sehingga seluruh perlakuan dalam penelitian ini dinyatakan telah memenuhi persyaratan kandungan protein sesuai standar yang berlaku.

Keterbatasan pada analisis kadar protein adalah penggunaan metode Kjeldahl yang mengukur total nitrogen dalam sampel. Metode *Kjeldahl* memiliki kelemahan karena tidak membedakan antara nitrogen protein dan nitrogen non-protein, serta memerlukan waktu dan penggunaan bahan kimia berbahaya dalam prosesnya. Cara Kjeldahl digunakan untuk menganalisis kadar protein kasar dalam bahan makanan secara tidak langsung, karena yang sesungguhnya dianalisis adalah kadar nitrogennya, yang kemudian dikonversi menjadi nilai protein menggunakan faktor konversi. Dengan demikian, nilai yang diperoleh merupakan protein kasar (*crude protein*) yang belum mencerminkan profil asam amino dan kualitas biologis protein sereal instan secara spesifik.

4.2.1.5 Kadar Abu

Kadar abu merupakan parameter analisis proksimat yang mencerminkan total kandungan mineral atau komponen anorganik yang terdapat dalam suatu bahan pangan. Secara metodologis, kadar abu diperoleh melalui proses pengabuan atau pembakaran sempurna pada suhu tinggi (550°C), di mana seluruh komponen organik seperti karbohidrat, protein, dan lemak akan terurai menjadi gas karbondioksida (CO₂) dan uap air, sehingga yang tersisa hanyalah residu anorganik berupa mineral-mineral bahan. Dalam industri pangan seperti pengolahan tepung terigu, penentuan kadar abu sangat penting untuk mengetahui baik tidaknya hasil produk tepung terigu dan ada hubungannya dengan mineral dalam tepung terigu (Badan Standardisasi Nasional., 1992).

Mineral merupakan komponen anorganik yang stabil terhadap proses pengolahan. Residu abu mencerminkan kandungan mineral total dari bahan yang dianalisis. Mineral memegang peranan penting dalam kontrol gula darah sebagai kofaktor enzim maupun berperan dalam jalur sinyal insulin. Komponen mineral, khususnya kromium (Cr), Magnesium (Mg), Zinc (Zn), Selenium (Se) dan Mangan (Mn) membantu menjaga kestabilan gula darah ((Fibers et al., 2026)

Kadar abu total merupakan analisis proksimat yang digunakan untuk mengetahui nilai gizi suatu bahan pangan, serta menunjukkan total mineral yang terkandung dalam bahan tersebut yang bersifat toksik. Analisis kadar abu juga sering dilakukan sebagai indikator untuk mengetahui mutu pangan lainnya (Kinanthi & Petrus, 2021).

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 16, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap kadar abu sereal instan yang dihasilkan, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil pengujian tersebut disajikan pada Tabel 9. Hal ini sangat berkaitan dengan kandungan mineral yang tinggi pada kaldu sidat bubuk, mengingat tepung tulang ikan sidat diketahui mengandung kadar abu yang sangat tinggi sebesar 44,14%, yang mencerminkan kandungan mineral seperti kalsium dan fosfor yang melimpah pada matriks tulang ikan (Ahmil et al., 2021).

Tepung mocaf tergolong bahan dengan kadar abu rendah, yaitu hanya sekitar 0,30% (Wulandari et al., 2021), sehingga kontribusinya terhadap kadar abu total produk relatif kecil. Sebaliknya, daging ikan sidat memiliki kadar abu segar berkisar 1,09–2,49% (Fajar Utami et al., 2021), yang nilainya meningkat signifikan setelah diproses menjadi bubuk kering karena hilangnya sebagian besar air. Selain itu, proses pengeringan menyebabkan penurunan kadar air, sementara mineral bersifat stabil terhadap panas sehingga tidak ikut menguap. Hal ini menyebabkan komponen abu terkonsentrasi secara relatif terhadap bobot kering total produk (Andarwulan et al., 2011).

Berdasarkan data proksimat yang dilaporkan oleh Anggraini, W., (2025), kandungan abu *Anguilla bicolor* dari perairan Bengkulu Selatan

berkisar antara 1,72% hingga 2,49%, sementara Nafsiyah et al. (2018) melaporkan kadar abu *A. bicolor bicolor* sebesar 1,34% dan *A. marmorata* sebesar 1,09%. Kandungan mineral dari ikan sidat yang terbawa melalui kaldu sidat bubuk turut berkontribusi pada peningkatan total kadar abu produk seiring meningkatnya proporsinya dalam formulasi.

Menurut Fitriani et al., (2021), pengolahan bahan baku menjadi produk serpihan sereal tidak menyebabkan perubahan nilai kadar abu yang signifikan. Perbedaan suhu pengeringan dan variasi formulasi bahan baku pun tidak memberikan perbedaan yang substansial terhadap kadar abu produk akhir. Hal ini memperkuat pemahaman bahwa variasi kadar abu antarperlakuan dalam penelitian ini lebih dominan dipengaruhi oleh perbedaan komposisi dan proporsi bahan baku, bukan oleh proses termal yang diterapkan.

Menurut Badan Standardisasi Nasional (1996), tentang Sereal menetapkan batas maksimum kadar abu pada produk sereal instan sebesar 4%. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh perlakuan (a1 hingga a5) menghasilkan kadar abu berkisar antara 3,27% hingga 3,78%, yang keseluruhannya berada di bawah batas maksimum yang dipersyaratkan. Dengan demikian, seluruh perlakuan dalam penelitian ini telah memenuhi persyaratan kadar abu sesuai standar SNI yang ditetapkan.

Keterbatasan pada analisis kadar abu adalah pengukuran hanya menghasilkan nilai total mineral secara keseluruhan tanpa merinci jenis dan kadar mineral spesifik yang terkandung dalam produk. Menurut Winarno (2008), kadar abu mencerminkan kandungan mineral total suatu bahan pangan, namun tidak dapat mengidentifikasi jenis mineral secara spesifik. Mengingat kaldu tulang ikan sidat merupakan sumber kalsium dan fosfor yang tinggi, ketidaktersediaan data mineral spesifik menjadi keterbatasan dalam membuktikan klaim fungsional sereal instan sebagai produk tinggi mineral secara kuantitatif.

4.2.1.6 Kadar Karbohidrat

Karbohidrat merupakan salah satu makronutrien esensial yang berperan sebagai sumber energi utama bagi tubuh manusia. Secara fisiologis, karbohidrat yang dikonsumsi akan diubah menjadi glukosa melalui proses pencernaan, kemudian dengan bantuan hormon insulin, glukosa tersebut diserap oleh sel-sel tubuh untuk digunakan sebagai bahan bakar metabolisme, termasuk untuk mendukung aktivitas otak, otot, dan organ-organ vital lainnya (Winarno, 1992).

Karbohidrat menjadi pilihan utama sebagai sumber energi harian masyarakat karena sifatnya yang mudah dicerna, tersedia secara luas dari berbagai bahan pangan nabati, serta harganya yang relatif lebih terjangkau dibandingkan sumber energi lainnya. Dalam konteks pola makan gizi seimbang, karbohidrat dianjurkan menyuplai sekitar 50–65% dari total kebutuhan energi harian individu. Salah satu zat gizi adalah karbohidrat yang berfungsi sebagai penghasil energi yaitu 9 kkal.

Dalam analisis proksimat, kadar karbohidrat umumnya tidak diukur secara langsung, melainkan dihitung menggunakan metode *by difference*, yakni dengan mengurangkan total persentase kadar air, kadar abu, kadar serat kasar, kadar lemak, dan kadar protein dari 100%. Penggunaan metode ini didasarkan pada prinsip bahwa karbohidrat merupakan komponen yang melengkapi seluruh fraksi proksimat bahan pangan, sehingga perubahan pada komponen lain secara otomatis akan memengaruhi nilai karbohidrat yang dihitung (Fauziyyah et al., 2022).

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 16, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap kadar karbohidrat sereal instan yang dihasilkan, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil pengujian kadar karbohidrat disajikan pada Tabel 9.

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a4, tetapi berbeda nyata dengan a1, a2 dan a3. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a5, tetapi berbeda nyata dengan a1, a2 dan a3. Kode perlakuan a1 tidak berbeda nyata dengan a2 dan a3, tetapi berbeda nyata dengan a4 dan a5. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a1 dan

a3, tetapi berbeda nyata dengan a4 dan a5. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a1 dan a2. tetapi berbeda nyata dengan a4 dan a5.

Kadar karbohidrat pada penelitian ini umumnya dihitung menggunakan metode *by difference*, yaitu dengan mengurangi 100% terhadap total kadar air, abu, protein, dan lemak yang telah terukur sebelumnya, sehingga nilainya secara matematis sangat bergantung pada besaran keempat komponen proksimat lainnya, di mana perbedaan kadar karbohidrat yang dihitung secara *by difference* dapat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya komponen lain seperti kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein, sehingga semakin rendah komponen nutrisi lain maka kadar karbohidrat akan semakin tinggi (Lestari et al., 2019).

Prinsip inilah yang mendasari mengapa formulasi dengan kadar karbohidrat tertinggi (62,94%) cenderung memiliki kadar protein, lemak, abu, atau air yang lebih rendah dibandingkan formulasi dengan kadar karbohidrat terendah (58,31%), sebagaimana ditemukan pula pada produk nugget berbasis tepung komposit, di mana semakin tinggi proporsi bahan tinggi protein yang ditambahkan, kadar karbohidrat justru cenderung meningkat seiring penurunan komponen lainnya (Flake Mohiro, 2019).

Menurut Tunggak et al., (2024), perbedaan kadar karbohidrat yang dihitung secara *by difference* dapat dipengaruhi oleh tinggi rendahnya komponen nutrisi lain seperti kadar air, kadar abu, kadar lemak, dan kadar protein. Dengan kata lain, semakin rendah nilai komponen nutrisi lain secara keseluruhan, maka semakin tinggi pula nilai karbohidrat yang terukur pada produk tersebut.

Selain faktor perhitungan matematis tersebut, variasi kadar karbohidrat antar formulasi juga sangat dipengaruhi oleh proporsi bahan baku utama penyusun sereal instan, yaitu tepung terubuk dan tepung mocaf yang keduanya merupakan sumber pati dengan kandungan karbohidrat tinggi, sementara kaldu sidat bubuk sebagai bahan hewani justru memiliki kandungan karbohidrat yang sangat rendah karena daging ikan pada umumnya didominasi oleh protein dan lemak, bukan karbohidrat, sehingga semakin besar proporsi kaldu sidat bubuk

dalam suatu formulasi, semakin rendah kadar karbohidrat produk akhir yang dihasilkan, dan sebaliknya semakin besar proporsi tepung mocaf dan terubuk, semakin tinggi kadar karbohidratnya (Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, 2018).

Secara fungsional, tingginya kadar karbohidrat khususnya pati pada sereal instan memiliki peran penting dalam membentuk tekstur produk, karena pada produk flakes diperlukan kandungan pati yang tinggi untuk membuat tekstur flakes menjadi kuat dan tidak rapuh (Fauzi et al., 2019), sehingga variasi kadar karbohidrat antar formulasi turut berimplikasi terhadap kekuatan struktur, daya rekat, dan kerenyahan sereal instan saat dikonsumsi maupun saat diseduh dengan air panas.

Adapun tingginya kandungan karbohidrat produk sereal dalam penelitian ini, disebabkan karena bahan penunjang seperti tepung mocaf yang digunakan juga tinggi karbohidrat. Selain itu, Menurut Fitriani et al., (2021), diketahui juga bahwa berdasarkan analisis statistik, peningkatan suhu maupun perbedaan formulasi tidak memberikan perbedaan yang signifikan dalam kandungan karbohidrat produk serpihan sereal.

Menurut Badan Standardisasi Nasional (2021), batas minimal karbohidrat pada produk sereal instan adalah sebesar 60%. Nilai rata-rata kadar karbohidrat pada perlakuan a1, a2, a3, a4, dan a5 berkisar antara 60,37-62,58%. Dengan demikian, seluruh perlakuan tersebut telah memenuhi standar SNI yang ditetapkan.

Keterbatasan pada analisis kadar karbohidrat adalah perhitungan yang dilakukan secara *by difference*, yaitu diperoleh dari pengurangan 100% dengan total komponen proksimat lainnya. Menurut Winarno (2008), metode *by difference* menyebabkan nilai karbohidrat sangat bergantung pada akurasi seluruh analisis proksimat sebelumnya dan tidak mencerminkan komposisi karbohidrat secara langsung.

4.2.1.7 Analisis Total Energi

Nilai total kalori atau energi total suatu produk pangan merupakan parameter penting yang mencerminkan besarnya kontribusi produk tersebut dalam memenuhi kebutuhan energi harian konsumen. Secara metodologis, perhitungan total kalori dilakukan menggunakan pendekatan faktor konversi Atwater (*Atwater factor*), yakni dengan menjumlahkan kontribusi energi dari masing-masing zat gizi makro yang terdapat dalam produk (Winarno, 1992).

Berdasarkan Tabel 9, Nilai rata-rata total energi seluruh perlakuan berkisar antara 143,89 kkal hingga 147,58 kkal. Nilai total energi tertinggi diperoleh pada perlakuan a1 sebesar $147,58 \pm 0,24$ kkal/35 g, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan a2 sebesar $143,89 \pm 0,37$ kkal/35 g. Variasi nilai energi antarperlakuan ini dipengaruhi oleh perubahan proporsi bahan baku yang mengandung komponen penyumbang energi berbeda, terutama karbohidrat, protein, dan lemak, di mana setiap gram karbohidrat dan protein menyumbang 4 kkal, sementara setiap gram lemak menyumbang 9 kkal (Winarno, 2002).

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 16, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap total energi sereal instan yang dihasilkan, sehingga diperlukan uji lanjut Duncan. Hasil pengujian analisis total energi dilihat pada Tabel 9. Adanya pengaruh yang nyata ini berkaitan dengan substitusi tepung komposit dalam formulasi sereal terbukti memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap seluruh parameter komposisi kimia yang diuji, termasuk nilai energi, karena setiap perubahan proporsi bahan secara langsung mengubah distribusi kandungan protein, lemak, dan karbohidrat yang menjadi penyumbang utama energi produk (Lathifah et al., 2025).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a4, a5, a3 dan a1. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a5 dan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1 dan a2. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a4 dan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1 dan a2.

Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a4 dan a5, tetapi berbeda nyata dengan a1 dan a2. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a2, a4, a5 dan a3.

Tepung mocaf sebagai komponen berbasis singkong memiliki kandungan karbohidrat dan pati yang tinggi sebagai penyumbang energi utama, di mana tingginya kadar karbohidrat dalam suatu formulasi produk pangan disebabkan oleh penggunaan bahan-bahan yang tinggi karbohidrat, sehingga secara proporsional akan berkontribusi pada peningkatan nilai total energi produk yang dihasilkan (Mardiyah et al., 2022). Sementara itu, tepung terubuk sebagai bahan yang kaya serat kasar memiliki fraksi karbohidrat yang sebagian besar tidak dapat dicerna dan tidak menghasilkan energi metabolis, sehingga tidak memberikan kontribusi energi yang setara dengan pati atau gula, berbeda dengan karbohidrat tersedia yang menghasilkan 4 kkal per gram (Hardinsyah & Riyadi, 2012).

Ditinjau dari kecukupan energi untuk konsumsi sarapan, nilai energi yang diperoleh pada seluruh perlakuan dalam penelitian ini belum mencapai angka yang direkomendasikan untuk menu sarapan yang ideal. Sarapan yang dianjurkan adalah yang mampu memenuhi 20–25% atau sekitar ± 500 kkal dari kebutuhan energi total harian (Poltekkes MKS, 2024), mengingat Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Peraturan Menteri Kesehatan No. 28 Tahun 2019 adalah sebesar 2.150 kkal per hari untuk kebutuhan energi rata-rata masyarakat umum (BPOM RI, 2022). Dengan demikian, kebutuhan energi dari sarapan pagi idealnya berkisar antara 430–537,5 kkal. Nilai energi sereal instan dalam penelitian ini yang hanya berkisar 143,89–147,58 kkal/35 g sajian masih jauh di bawah angka tersebut, yang mengindikasikan bahwa sereal instan ini belum dapat memenuhi kebutuhan energi sarapan secara mandiri apabila dikonsumsi hanya dalam satu sajian.

Meskipun demikian, kekurangan energi tersebut dapat ditutupi dengan mengombinasikan konsumsi sereal instan dengan minuman pendamping berupa susu. Susu UHT *full cream* Ultra Milk kemasan 200 ml diketahui mengandung energi sebesar 120 kkal per sajian (Hardiansyah, 2024), sehingga apabila sereal

instan dalam penelitian ini dikombinasikan dengan satu kemasan susu UHT *full cream* 200 ml, total energi yang diperoleh akan berkisar antara 263,89–267,58 kkal per sajian.

Kombinasi ini tidak hanya meningkatkan kontribusi energi tetapi juga melengkapi profil gizi produk secara keseluruhan, mengingat susu merupakan sumber protein dan kalsium yang baik. Sarapan yang sehat seharusnya mampu memenuhi sekitar 25–30% dari total AKG harian, sebagaimana yang dinyatakan oleh Ketua Umum PERGIZI Pangan Indonesia Prof. Dr. Ir. Hardinsyah (Nestlé Indonesia, 2024), sehingga kombinasi sereal instan dengan susu UHT tersebut dapat berkontribusi sekitar 12–13% dari total AKG harian, dan konsumsi dapat pula disertai dengan makanan pendamping lainnya seperti buah atau sumber protein tambahan untuk melengkapi kebutuhan energi sarapan secara optimal.

Kecenderungan penurunan nilai energi dari perlakuan a1 ke a2, kemudian relatif stabil pada a3 hingga a5, berkaitan erat dengan perubahan proporsi komponen makronutrien dalam formulasi. Peningkatan proporsi tepung terubuk yang relatif lebih rendah kandungan lemak dan karbohidratnya dibandingkan tepung mocaf dapat memengaruhi densitas energi produk secara keseluruhan. Sarapan pagi memiliki manfaat penting bagi tubuh, di antaranya memberikan energi pada otak, meningkatkan stamina kerja, konsentrasi belajar, kenyamanan bekerja, dan mencegah gangguan kognitif, sehingga kualitas dan kuantitas energi dari menu sarapan menjadi hal yang sangat perlu diperhatikan (UM Surabaya, 2024).

Dengan demikian, meskipun nilai energi per sajian sereal instan dalam penelitian ini belum memenuhi rekomendasi energi sarapan secara penuh, produk ini tetap berpotensi menjadi komponen sarapan yang baik apabila dikombinasikan dengan bahan pangan lain yang dapat melengkapi asupan energi dan gizi konsumen secara seimbang.

Dalam penelitian Talitha (2025), mi basah modifikasi berbasis tepung daun kelor, tepung tempe, dan lumatan ikan lele, perhitungan total kalori juga dilakukan berdasarkan analisis proksimat menggunakan metode faktor konversi

Atwater, di mana hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan bahan berbasis ikan secara nyata meningkatkan kontribusi protein dan lemak terhadap total energi produk akhir. Basah modifikasi berbasis tepung daun kelor, tepung tempe, dan lumatan ikan lele, perhitungan total kalori juga dilakukan berdasarkan analisis proksimat menggunakan metode faktor konversi Atwater, di mana hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan bahan berbasis ikan secara nyata meningkatkan kontribusi protein dan lemak terhadap total energi produk akhir.

Menurut angka kecukupan gizi (AKG) yang ditetapkan secara nasional, kebutuhan kalori harian orang Indonesia adalah 2000 kkal. Untuk mencukupi angka kecukupan gizi harian tersebut maka jumlah asupan energi yang dibutuhkan saat sarapan diperkirakan berkisar antara 400-500 kkal. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa konsumsi 100 g produk sereal sarapan tidak cukup ideal untuk memenuhi kebutuhan energi di pagi hari. Namun demikian, rendahnya kandungan energi pada produk sereal sarapan yang dihasilkan juga dapat menjadi suatu nilai positif. Produk ini dapat dimanfaatkan sebagai makanan fungsional yang diperuntukkan bagi konsumen dengan gangguan kesehatan tertentu seperti obesitas (Ambarsari et al., 2020).

4.2.2 Respon Fisik

Analisis respon fisik pada sereal instan meliputi pengujian bulk density, tapped density, flowability, *wettability*, dan solubility sebagai parameter penting dalam menentukan kualitas fisik dan fungsional produk. Pengujian bulk density dan tapped density dilakukan untuk mengetahui kerapatan produk terkait efisiensi pengemasan dan stabilitas selama penyimpanan, sekaligus menjadi dasar perhitungan Carr's Index dan Hausner Ratio untuk menentukan sifat alir (flowability) produk, di mana semakin kecil nilai indeks kompresibilitas maka semakin baik sifat alirnya (*Abdullah & Geldart, 1999*). Selain itu, *wettability* dan solubility perlu dianalisis karena berkaitan langsung dengan kemudahan rekonstitusi dan kemampuan produk terdispersi merata dalam air, yang berpengaruh terhadap penerimaan konsumen (Kumalasari et al., 2012; Muchtadi, 2010). Dengan demikian, analisis respon fisik bertujuan untuk memastikan setiap formulasi tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk menghasilkan sereal instan dengan karakteristik fisik yang optimal dan layak dikonsumsi.

Tabel 10. Hasil Analisis Respon Fisik Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda

Perbandingan Tepung Terubuk : Kaldu Sidat Bubuk	<i>Bulk Density</i> (g/mL)	<i>Tapped Density</i> (g/mL)	<i>Wettability</i> (detik)	<i>Solubility</i> (detik)
a1 (1:1)	0,71±0,004 ^b	0,8965±0,006 ^a	13,33±0,02 ^c	11,16±0,04 ^b
a2 (2:1)	0,80±0,004 ^d	0,9133±0,010 ^b	10,24±0,04 ^a	10,09±0,02 ^a
a3 (3:2)	0,79±0,004 ^d	0,9024±0,006 ^{ab}	12,14±0,01 ^b	10,05±0,01 ^a
a4 (4:3)	0,78±0,005 ^c	0,9056±0,009 ^{ab}	17,26±0,01 ^d	15,21±0,01 ^c
a5 (5:4)	0,69±0,003 ^a	0,9345±0,007 ^c	19,38±0,53 ^e	17,16±0,02 ^d

4.2.2.1 Densitas Kamba (*Bulk Density*)

Densitas kamba dapat menunjukkan jumlah rongga kosong diantara partikel bahan. Semakin besar nilai densitas kamba suatu bahan, maka semakin sedikit jumlah rongga kosongnya. Densitas kamba dipengaruhi oleh jenis bahan, kadar air, bentuk, dan ukuran bahan. Bahan pangan dinyatakan kamba jika densitas kambanya kecil. Semakin kecil nilai densitas kamba, maka produk tersebut semakin *porous* (berongga) (Lukman et al., 2020).

Densitas kamba (*bulk density*) merupakan sifat fisik bahan pangan yang penting terutama dalam pengemasan dan penyimpanan, serta digunakan sebagai dasar perencanaan gudang penyimpanan, volume alat pengolahan, jenis pengemasan, dan sarana transportasi yang diperlukan (Wiranatakusumah, 1992). Selain itu, densitas kamba juga digunakan untuk mengetahui kekompakan dan tekstur suatu bahan, karena bentuk partikel memengaruhi nilai *bulk density*, di mana partikel dengan porositas besar menyebabkan rongga antarpartikel terisi oleh udara sehingga nilai *bulk density* menjadi lebih kecil (Sukasih et al., 2020).

Berdasarkan Tabel 10 didapatkan hasil analisis densitas kamba, yakni berkisar antara 0,69 g/ml hingga 0,80 g/ml. Nilai densitas kamba tertinggi diperoleh pada perlakuan a2 sebesar $0,80 \pm 0,004$ g/ml, diikuti perlakuan a3 sebesar $0,79 \pm 0,004$ g/ml dan a4 sebesar $0,78 \pm 0,005$ g/ml, sementara nilai terendah terdapat pada perlakuan a5 sebesar $0,69 \pm 0,003$ g/ml.

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 17, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap densitas kamba (*bulk density*) sereal instan yang dihasilkan, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil pengujian analisis densitas kamba dilihat pada Tabel 10. Adanya pengaruh yang nyata dari perbedaan formulasi terhadap densitas kamba produk berkaitan erat dengan perbedaan karakteristik fisik partikel yang berkontribusi oleh masing-masing bahan penyusun. Proporsi tepung dalam formulasi berpengaruh signifikan terhadap densitas kamba produk olahan, karena setiap tepung memiliki ukuran partikel, tingkat porositas, dan kandungan serat yang berbeda, yang secara langsung memengaruhi kerapatan dan

kekompakan tumpukan partikel dalam suatu volume tertentu (Marta et al., 2016).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a1, a4, a3 dan a2. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a5, a4, a3 dan a2. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a5, a1, a3 dan a2. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a2, tetapi berbeda nyata dengan a5, a1 dan a4. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a5, a1 dan a4.

Bahan dengan kandungan serat kasar yang lebih tinggi cenderung memiliki nilai *bulk density* yang lebih rendah karena struktur serat membentuk rongga-rongga antar partikel yang menyebabkan porositas meningkat sehingga kerapatan tumpukan berkurang. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian pada tepung sukun yang menunjukkan bahwa tepung dengan kandungan serat kasar lebih tinggi memiliki nilai *bulk density* yang lebih rendah dibandingkan tepung dengan kandungan serat yang lebih rendah (Daley et al., 2019 dalam SENS 6, 2021).

Menurut Wiranatakusumah (1992), menyatakan bahwa densitas kamba makanan berbentuk bubuk yang baik berkisar antara 0,30–0,80 g/ml. Dengan demikian, seluruh perlakuan dalam penelitian ini menghasilkan nilai densitas kamba yang berada dalam rentang standar tersebut, yakni 0,69–0,80 g/ml, sehingga seluruh formulasi sereal instan yang dihasilkan dapat dikategorikan memiliki densitas kamba yang baik. Nilai ini juga sebanding dengan produk sereal dan bubur instan berbasis bahan lokal lainnya, seperti bubur instan berbasis tepung pisang tongka langit yang memiliki densitas kamba berkisar 0,84–0,89 g/mL (Alfons et al., 2015), yang menunjukkan bahwa produk sereal instan dalam penelitian ini memiliki karakteristik fisik yang cukup baik.

Produk pangan yang memiliki densitas kamba yang tinggi menunjukkan kepadatan gizi yang lebih tinggi pula dalam volume yang sama, namun di sisi lain produk dengan densitas kamba yang terlalu tinggi dapat menyebabkan waktu rehidrasi menjadi lebih lama karena struktur yang lebih padat menghambat penetrasi air. Sebaliknya, semakin kecil nilai densitas kamba,

maka struktur produk akan semakin berongga sehingga waktu rehidrasi menjadi semakin singkat, daya serap air semakin tinggi, dan volume pengembangan semakin besar (Studocu UGM, 2022), yang pada produk sereal instan justru merupakan karakteristik yang diinginkan karena memudahkan penyajian dan konsumsi.

Bahan dengan densitas kamba yang kecil akan membutuhkan tempat yang lebih luas dibandingkan bahan dengan densitas kamba yang besar untuk berat yang sama, sehingga kurang efisien dari segi tempat penyimpanan dan kemasan (Ade et al., 2009). Nilai densitas kamba yang diperoleh dalam penelitian ini yang berada dalam kisaran 0,69–0,80 g/ml menunjukkan bahwa produk sereal instan berbasis tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk ini telah memenuhi kriteria densitas yang baik sekaligus praktis dalam hal pengemasan dan penyajian.

Densitas kamba merupakan sifat fisik bahan pangan yang dipengaruhi oleh ukuran dan bentuk partikel, gaya tarik menarik antar partikel bubuk, kadar air, serta komposisi bahan yang digunakan dalam formulasi, sehingga perbedaan proporsi tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk pada setiap perlakuan turut berkontribusi terhadap perubahan nilai densitas kamba yang dihasilkan (Tampubolon, R., 2014).

Penambahan jenis serat pada produk instan terbukti meningkatkan nilai densitas kamba sekaligus tingkat pengembangan, namun menurunkan nilai porositas, rasio rehidrasi, dan tingkat penyerapan air, yang mengindikasikan bahwa serat berperan dalam membentuk matriks struktur partikel yang memengaruhi kerapatan produk (Researchgate, 2020). Tepung mocaf yang memiliki kandungan pati tinggi berkontribusi pada kerapatan partikel yang lebih tinggi. Semakin tinggi kadar karbohidrat dan kadar protein kasar suatu tepung, maka densitas kamba cenderung semakin tinggi karena kandungan zat padat yang lebih besar mengisi volume yang tersedia dengan lebih efisien (Marta et al., 2016)

Kaldu sidat bubuk yang bersumber dari tulang ikan memiliki kandungan mineral tinggi sehingga partikelnya cenderung lebih padat dan berat, mengingat

tepung tulang ikan sidat mengandung kadar abu sebesar 44,14% yang mencerminkan tingginya kandungan mineral pada matriks tulang (Ahmil et al., 2021), sedangkan tepung terubuk sebagai bahan nabati memiliki partikel yang lebih ringan akibat kandungan seratnya yang lebih tinggi, sehingga kombinasi proporsi kedua bahan tersebut secara nyata mempengaruhi densitas kamba produk akhir yang dihasilkan (Gresinta et al., 2024a).

Nilai *bulk density* atau densitas nyata/sebenarnya menggambarkan sifat alir granul, dimana semakin tinggi nilai *bulk density* akan semakin tinggi pula kemampuan mengalir granul. Bulk density adalah pengukuran kerapatan yang mungkin berubah-ubah bergantung pada prose penanganan sampel (Dewi et al., 2025).

Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap besar kecilnya *bulk density* bahan pangan meliputi cara pengukuran, ukuran bahan, sifat permukaan bahan, dan bentuk wadah yang digunakan. Selain itu, nilai densitas kamba juga dipengaruhi oleh kandungan serat dalam formula, di mana penambahan jenis serat terbukti meningkatkan nilai densitas kamba sekaligus menurunkan nilai porositas, rasio rehidrasi, dan tingkat penyerapan produk instan (Hartono et al., 2018).

Nilai densitas kamba yang terukur pada seluruh perlakuan sereal instan tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk dalam penelitian ini (0,71–0,83 g/mL) berada pada kisaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian produk bubur bayi instan komersial yang berkisar antara 0,37–0,50 g/mL. Kondisi ini mengindikasikan bahwa sereal instan yang dikembangkan dalam penelitian ini memiliki karakteristik kerapatan partikel yang cukup baik untuk keperluan pengemasan dan penyimpanan tanpa memerlukan volume ruang yang berlebihan, sekaligus tetap mempertahankan porositas yang memadai untuk proses rehidrasi yang optimal pada saat penyajian (Tampubolon, R., 2014).

Keterbatasan pada analisis densitas kamba adalah pengukuran yang dilakukan hanya pada satu kondisi tanpa mempertimbangkan pengaruh kelembaban relatif ruangan saat pengujian. Sifat higroskopis tepung menyebabkan bahan pangan berbentuk serbuk rentan menyerap uap air dari

lingkungan, yang dapat mempengaruhi nilai densitas kamba secara signifikan apabila kondisi kelembaban ruangan tidak terkontrol. Selain itu, analisis ini belum disertai pengukuran ukuran partikel (*particle size analysis*) yang merupakan faktor utama penentu nilai densitas kamba, sehingga penyebab variasi nilai densitas kamba antar perlakuan belum dapat dijelaskan secara mekanistik (Giovani, 2025).

4.2.2.2 Densitas Mampat (*Tapped Density*)

Tapped density adalah densitas yang diperoleh setelah serbuk yang awalnya tersusun longgar mengalami pemadatan akibat adanya gaya eksternal, sehingga partikel-partikelnya menjadi lebih rapat. Nilai ini mencerminkan tingkat kerapatan kemasan partikel secara acak dalam kondisi yang lebih padat (Liu, 2021)

Tapped bulk density (kerapatan curah setelah pengetukan, yang mencerminkan *random dense packing*) diperoleh dengan mengetuk wadah yang berisi sampel serbuk yang telah teraerasi. Pada proses ini, struktur serbuk yang bersifat kohesif akan mengalami keruntuhan yang signifikan akibat pengetukan, sedangkan serbuk yang bersifat lemah kohesinya atau mudah mengalir (*free-flowing*) hanya mengalami sedikit pemadatan tambahan. Selama pengetukan, partikel-partikel serbuk terdorong untuk bergerak atau “meloncat” sehingga sesaat kehilangan kontak satu sama lain. Ketika gaya gesek antarpartikel berkurang, partikel-partikel tersebut dapat tersusun ulang ke posisi yang lebih stabil. Akibatnya, proses pengetukan ini menghasilkan kondisi pengemasan partikel yang lebih rapat dan teratur (Abdullah & Geldart, 1999).

Berdasarkan Tabel 10, Nilai rata-rata densitas mampat seluruh perlakuan berkisar antara 0,8965 g/ml hingga 0,9345 g/ml. Nilai *tapped density* terendah diperoleh pada perlakuan a1 sebesar $0,8965 \pm 0,006$ g/ml, sedangkan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan a5 sebesar $0,9345 \pm 0,007$ g/ml. Densitas mampat (*tapped density*) merupakan nilai densitas yang diperoleh setelah bubuk mengalami pemadatan melalui pengetukan (*tapping*), sehingga nilainya selalu lebih tinggi dibandingkan densitas kamba (*bulk density*) karena proses

pengetukan menyebabkan partikel bubuk tersusun lebih rapat dan ruang antar partikel berkurang (Liu, 2021).

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 17, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap densitas mampat (*tapped density*) sereal instan yang dihasilkan, sehingga diperlukan uji lanjut Duncan. Adanya pengaruh nyata berkaitan erat dengan perubahan distribusi ukuran partikel dan komposisi komponen kimia bahan baku yang memengaruhi kemampuan partikel untuk saling mengisi ruang antarpartikel saat dimampatkan. Peningkatan proporsi tepung terubuk yang memiliki struktur serat lebih tinggi dalam formulasi menyebabkan partikel memiliki porositas awal yang lebih besar, namun saat dimampatkan melalui proses hentakan, serat-serat tersebut justru dapat saling menyusun diri secara lebih efisien sehingga menghasilkan nilai *tapped density* yang lebih tinggi (Marta, 2016).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a3, a4, a2 dan a5. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a4, tetapi berbeda nyata dengan a1, a2 dan a5. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1, a2 dan a5. Kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a1, a3, a4 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a1, a3, a4 dan a2.

Densitas mampat mencerminkan kemampuan partikel untuk mengalami penyusunan ulang (*rearrangement*) dan mengisi ruang kosong antar partikel akibat adanya energi mekanik berupa pengetukan. Semakin tinggi densitas mampat, semakin efisien partikel dalam mengisi pori-pori antarpartikel. Namun, keseragaman nilai pada penelitian ini mengindikasikan bahwa struktur partikel dan distribusi ukuran cenderung homogen pada semua perlakuan (Rana et al., 2022).

Tapped density atau densitas mampat merupakan parameter fisik yang menggambarkan massa partikel yang menempati suatu unit volume tertentu setelah mengalami hentakan mekanis dalam periode waktu tertentu hingga volume tidak lagi berubah secara signifikan (Farmasi April, 2015). Berbeda dengan *bulk density* yang mengukur kerapatan partikel dalam kondisi tanpa

pemampatan, *tapped density* mengukur kerapatan partikel pada kondisi paling mampat setelah rongga antartikel diminimalkan melalui proses penghentakan, sehingga nilai *tapped density* selalu lebih tinggi daripada *bulk density* pada bahan yang sama (Sentrakalibrasi Industri, 2024).

Produk dengan *tapped density* yang lebih tinggi memungkinkan pengemasan dalam volume yang lebih kecil untuk bobot yang sama, sehingga lebih efisien dari sisi kemasan dan distribusi. Melalui mekanisme penggoyangan atau penghentakan, energi diberikan kepada masing-masing partikel untuk mengatasi gaya gesekan antartikel sehingga terjadi orientasi partikel yang lebih tinggi dan kerapatan mampat yang lebih besar. Namun demikian, nilai *tapped density* yang terlalu tinggi juga perlu diwaspadai karena dapat mengindikasikan kohesivitas antartikel yang tinggi, yang berpotensi menghambat laju alir serbuk selama proses pengisian kemasan maupun saat produk dilarutkan oleh konsumen (Liu, 2021).

Nilai *tapped density* yang diperoleh dalam penelitian ini selanjutnya dapat dikaitkan dengan dua indeks penting dalam evaluasi karakteristik serbuk, yaitu *Carr Index* (Indeks Kompresibilitas) dan *Hausner Ratio*. *Carr's Index* merupakan ukuran kompresibilitas serbuk yang dihitung berdasarkan selisih antara *tapped density* dan *bulk density* dibagi *tapped density*, dinyatakan dalam persen. Adapun *Hausner Ratio* diperoleh dari perbandingan antara *tapped density* dan *bulk density*, di mana nilai rasio Hausner yang lebih rendah mengindikasikan sifat aliran serbuk yang lebih baik (Lachman, 1994).

Keterbatasan pada analisis densitas mampat adalah standar jumlah ketukan (*tapping*) yang digunakan belum tentu mencapai kondisi pemadatan maksimum untuk semua formulasi. Densitas mampat dipengaruhi oleh bentuk, dimensi, luas permukaan, kelembaban, dan kohesivitas serbuk, sehingga kondisi pengujian yang tidak sepenuhnya terkontrol dapat mempengaruhi representativitas nilai yang diperoleh. Dengan demikian, nilai densitas mampat yang diperoleh mungkin belum sepenuhnya representatif terhadap kondisi pemadatan nyata selama pengemasan dan distribusi produk dalam skala industri (Liu, 2021).

4.2.2.3 Sifat Alir (*Flowability*)

Waktu alir merupakan waktu yang diperlukan suatu bahan kering baik serbuk atau granul untuk dapat mengalir pada corong dan menyatakan jumlah serbuk yang mengalir dalam satuan waktu. Kemampuan mengalir dipengaruhi oleh faktor bentuk, ukuran dan kohesivitas partikel. Granul dikatakan memiliki sifat alir yang baik jika granul dapat mengalir bebas dan mudah untuk dicetak menjadi sediaan produk (Dewi et al., 2025).

Pengujian indeks kompresibilitas atau kepadatan granul sangat berpengaruh pada keseragaman bobot pada sediaan yang akan dibentuk walau ukuran sama, apabila keseragaman granul kurang baik maka sediaan tablet yang dicetakpun akan kurang baik pula. Sedangkan rasio Hausner mempengaruhi sifat alir granul, jika nilai rasio Hausner tinggi maka granul susah mengalir (Sholikhatia et al., 2022)

Indeks kompresibilitas dan rasio Hausner dapat ditentukan dengan pengukuran densitas nyata dan densitas mampat dari suatu granul. Indeks kompresibilitas adalah nilai dari selisih antara densitas mampat dengan densitas nyata dari suatu bahan dibagi dengan densitas mampat. Sedangkan rasio hausner adalah perbandingan densitas mampat dan densitas nyata. Interaksi antar partikel dapat diukur dengan penentuan indeks kompresibilitas. Pada serbuk yang mudah mengalir, interaksi antar partikel tidak signifikan sehingga nilai indeks kompresibilitas akan semakin kecil. Rasio Hausner juga berkaitan dengan indeks kompresibilitas, semakin baik aliran suatu serbuk semakin rendah nilai rasio Hausner (Sholikhatia et al., 2022).

Jika suatu serbuk memiliki nilai Hausner's ratio 1,25, dikategorikan serbuk memiliki sifat alir baik, jika nilainya lebih tinggi (1,25 –1,5) serbuk dikategorikan memiliki sifat alir moderet, dan jika nilainya lebih dari 1,5 maka serbuk dikategorikan memiliki sifat alir buruk (Dewi et al., 2025).

Menurut Teunou et al., (1999), karakterisasi sifat alir serbuk pangan penting dilakukan karena dapat mengukur besarnya gaya yang harus diatasi agar partikel-partikel serbuk dapat saling bergerak dan mengalir. Hal ini sangat berperan dalam berbagai proses penanganan dan pengolahan bahan berbentuk

serbuk. Selain itu, karakterisasi ini juga dapat digunakan untuk mengevaluasi pengaruh kondisi proses, seperti suhu, kelembapan relatif, serta lama penyimpanan dalam silo terhadap sifat alir serbuk tersebut.

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 17. diketahui bahwa faktor perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap nilai *flowability* berdasarkan *Carr Index* sereal instan yang dihasilkan, sehingga diperlukan uji lanjut Duncan. Hasil pengujian analisis densitas mampat dilihat pada Tabel.

Tabel 11. Hasil Analisis *Flowability* (*Carr Index*) Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda

Perbandingan Tepung Terubuk dengan Kaldu Sidat Bubuk	Rata-Rata <i>Carr Index</i>	Interpretasi <i>Flowability</i> (Berdasarkan <i>Carr Index</i>)	
		Kriteria	Kategori
a1 (35% : 35%)	21,132±0,46 ^c	21-25	Agak Baik
a2 (46,67% : 23,33%)	12,940±1,26 ^{ab}	11-15	Baik
a3 (42% : 28%)	12,349±0,77 ^a	11-15	Baik
a4 (40%: 30%)	14,170±1,38 ^b	11-15	Baik
a5 (38,89% : 31,11%)	25,765±0,36 ^d	21-25	Agak Baik

Berdasarkan Tabel 11, nilai *Carr Index* tertinggi diperoleh pada perlakuan a5 dengan proporsi tepung terubuk 38,89% dan kaldu sidat bubuk 31,11%, yakni sebesar 25,76% dengan kategori agak baik, sedangkan nilai *Carr Index* terendah terdapat pada perlakuan a3 dengan proporsi tepung terubuk 42% dan kaldu sidat bubuk 28%, yakni sebesar 12,35% dengan kategori baik. Meskipun seluruh perlakuan tidak berbeda nyata secara statistik, nilai *Carr Index* yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi kaldu sidat bubuk dalam formula, nilai *Carr Index* cenderung meningkat yang mengindikasikan kemampuan alir (*flowability*) produk yang semakin menurun, sedangkan peningkatan proporsi tepung terubuk cenderung menghasilkan nilai *Carr Index* yang lebih rendah dengan kategori aliran yang lebih baik (Valaei et al., 2013).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a2, a4, a1 dan a5. Kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a3, a4, a1 dan a5. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a3, a2, a1 dan a5. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a1.

Adanya pengaruh nyata berkaitan dengan peningkatan proporsi tepung terubuk yang kaya serat pada perlakuan a5 menyebabkan nilai *Carr Index* meningkat mendekati batas atas kategori agak baik (25,765%). Serat kasar yang bersifat berpori dan ringan menghasilkan partikel dengan porositas tinggi sehingga perbedaan volume antara kondisi tanpa pemampatan dan setelah pemampatan menjadi lebih besar, yang secara langsung meningkatkan nilai *Carr Index* dan mengindikasikan kohesivitas antartpartikel yang lebih tinggi (Hustiany, 2016).

Hal serupa terjadi pada perlakuan a1 yang memiliki proporsi kaldu sidat bubuk sama besar dengan tepung terubuk (35% : 35%), di mana kandungan protein yang tinggi dari kaldu sidat dapat membentuk ikatan antartpartikel yang meningkatkan kohesivitas dan menurunkan kemampuan aliran produk (Anggraini, W., 2025). Peningkatan nilai *CarrIndex* seiring dengan bertambahnya kadar air dapat disebabkan oleh fakta bahwa volume curah dan partikel individu dari litter unggas mengalami ekspansi secara volumetrik lebih cepat dibandingkan dengan pertambahan massanya saat menyerap kelembapan (Valaei et al., 2013).

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 17, diketahui bahwa faktor perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap analisis *flowability* berdasarkan *Ratio Hausner* sereal instan yang dihasilkan, sehingga diperlukan uji lanjut Duncan. Hasil pengujian analisis densitas mampat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Hasil Analisis *Flowability (Ratio Hausner)* Sereal Instan dengan Perbandingan Tepung Terubuk dan Kaldu Sidat Bubuk yang Berbeda

Perbandingan Tepung	Rata-Rata	Interpretasi <i>Flowability</i>	
Terubuk dengan Kaldu	Ratio Hausner	Kriteria	Kategori
Sidat Bubuk	(%)		
a1 (35% : 35%)	1,27±0,007 ^c	1,26-1,34	Agak baik
a2 (46,67% : 23,33%)	1,15±0,017 ^{ab}	1,12-1,18	Baik
a3 (42% : 28%)	1,14±0,010 ^a	1,12-1,18	Baik
a4 (40% : 30%)	1,17±0,019 ^b	1,12-1,18	Baik
a5 (38,89% : 31,11%)	1,35±0,007 ^d	1,35-1,45	Buruk

Berdasarkan Tabel 12, nilai *Hausner Ratio* tertinggi diperoleh pada perlakuan a5 dengan proporsi tepung terubuk 38,89% dan kaldu sidat bubuk 31,11%, yakni sebesar 1,35 dengan kategori buruk, sedangkan nilai *Hausner Ratio* terendah terdapat pada perlakuan a3 dengan proporsi tepung terubuk 42% dan kaldu sidat bubuk 28%, yakni sebesar 1,14 dengan kategori baik. Dalam konteks produksi sereal instan, nilai rasio Hausner yang rendah sangat dikehendaki karena berkaitan langsung dengan kemudahan pengisian ke dalam kemasan, keseragaman bobot per takaran saji, serta minimnya risiko penggumpalan produk selama penyimpanan dan distribusi (Arulkumaran, 2019).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a2, a4, a1 dan a5. Kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a3, a4, a1 dan a5. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a3, a2, a1 dan a5. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a1.

Kandungan serat kasar dari tepung terubuk yang bersifat berpori dan ringan menghasilkan partikel dengan rongga antartikel yang besar pada kondisi *bulk*, namun saat dimampatkan struktur serat yang fleksibel menyebabkan perubahan volume yang signifikan, sehingga selisih antara *bulk* dan *tapped density* menjadi besar dan rasio Hausner meningkat. Sebaliknya, kandungan pati yang tinggi dari

tepung mocaf menghasilkan partikel yang lebih padat dan seragam sehingga perubahan volume antara kondisi longgar dan mampat relatif kecil, menghasilkan rasio Hausner yang lebih rendah (Sirisha, 2018).

Menurut Dewi et al. (2025), klasifikasi sifat alir serbuk berdasarkan nilai *Hausner Ratio* dibagi menjadi tiga kategori, yaitu apabila nilai *Hausner Ratio* $\leq 1,25$ maka serbuk dikategorikan memiliki sifat alir baik (*good flow*), apabila nilai *Hausner Ratio* berada pada kisaran 1,25–1,5 maka serbuk dikategorikan memiliki sifat alir moderat (*moderate flow*), dan apabila nilai *Hausner Ratio* $> 1,5$ maka serbuk dikategorikan memiliki sifat alir buruk (*poor flow*).

Rasio Hausner merupakan ukuran *flowability* suatu material yang memperhitungkan resistansi yang dialami oleh tumpukan partikel akibat interaksi antarpartikel, dan dihitung dengan formula $HR = D_t/D_a$, di mana D_t adalah *tapped density* dan D_a adalah *bulk density* (ScienceDirect, 2024). Semakin mendekati nilai 1,00, maka semakin baik *flowability* suatu bahan, karena mengindikasikan perbedaan yang kecil antara volume *bulk* dan volume setelah pemampatan, sehingga gaya antarpartikel relatif kecil. Berdasarkan klasifikasi Arulkumaran et al. (2014), nilai rasio Hausner dikategorikan sebagai berikut: 1,00–1,11 (sangat baik), 1,12–1,18 (baik), 1,19–1,25 (cukup baik), 1,26–1,34 (agak baik), 1,35–1,45 (buruk), 1,46–1,59 (sangat buruk), dan $\geq 1,60$ (sangat buruk sekali).

Kedua bahan baku utama yang digunakan, yaitu tepung terubuk dan kaldu sidat bubuk, sama-sama merupakan produk hasil pengeringan dengan ukuran partikel yang relatif seragam akibat proses penggilingan dan pengayakan yang identik, sehingga perbedaan proporsinya tidak cukup untuk mengubah karakteristik fisik partikel secara signifikan. Nilai *Hausner Ratio* dan *Carr Index* menunjukkan hubungan yang erat dengan kadar air bahan, di mana kondisi kelembaban yang seragam pada seluruh perlakuan berkontribusi terhadap keseragaman nilai kedua parameter tersebut. (Jiang, 2015).

Keterbatasan pada analisis *flowability* berdasarkan *Carr Index* dan *Hausner Ratio* adalah kedua parameter ini hanya memberikan gambaran sifat alir secara tidak langsung. *Carr Index* merupakan pengukuran sekunder yang mencerminkan densitas kampa, bentuk, dimensi, luas permukaan, kelembaban, dan kohesivitas

serbuk karena seluruh faktor tersebut berdampak pada nilai *Carr Index* yang terukur. Oleh karena itu, hasil yang diperoleh perlu dikonfirmasi lebih lanjut dengan metode pengukuran sifat alir secara langsung menggunakan *powder rheometer* untuk keperluan pengembangan skala industri yang lebih akurat (Geldart, 1999).

4.2.2.4 *Wettability*

Wettability suatu padatan terhadap cairan merupakan konsekuensi langsung dari interaksi molekuler antara fase-fase yang saling bersentuhan. Jika suatu tetesan cairan ditempatkan pada permukaan padatan, maka agar proses pembasahan (*wetting*) dapat terjadi, molekul-molekul cairan yang berada di dekat garis kontak tiga fase (padat–cair–gas) harus melepaskan diri dari interaksi dengan molekul cairan di sekitarnya, kemudian mendorong molekul gas atau uap yang teradsorpsi pada permukaan padatan. Selanjutnya, molekul cairan tersebut akan berikatan dengan permukaan padatan melalui pembentukan interaksi atau ikatan dengan molekul-molekul penyusun padatan, sehingga memungkinkan terjadinya pembasahan (Lazghab et al., 2005).

Wettability adalah kemampuan serbuk untuk menyerap air atau terbasahi pada permukaannya. Hal tersebut juga bergantung pada kadar air produk, dimana semakin banyak konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan kadar air produk juga akan semakin rendah. Sehingga kemampuan untuk membasahi seluruh partikel akan semakin lama (Lingganingrum, 2021).

Berdasarkan Tabel 10, nilai *wettability* terendah diperoleh pada perlakuan a2 dengan proporsi tepung terubuk 46,67% dan kaldu sidat bubuk 23,33%, yakni sebesar 10,24 detik, yang mengindikasikan kemampuan pembasahan paling baik di antara seluruh perlakuan. Sedangkan dengan nilai berkisar antara 10,24 detik hingga 19,38 detik. Nilai *wettability* terpendek diperoleh pada perlakuan a2 sebesar $10,24 \pm 0,04$ detik, yang mengindikasikan kemampuan pembasahan terbaik, sementara nilai terlama terdapat pada perlakuan a5 sebesar $19,38 \pm 0,53$ detik.

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 17, perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap nilai *wettability* sereal instan yang dihasilkan, sehingga diperlukan uji lanjut Duncan. Hasil pengujian analisis densitas mampat dilihat pada Tabel 10. Adanya pengaruh nyata

Adanya pengaruh nyata dari perbedaan formulasi terhadap nilai *wettability* berkaitan erat dengan perbedaan komposisi kimia bahan baku yang memengaruhi interaksi permukaan partikel dengan air.

Lemak merupakan komponen yang bersifat hidrofobik sehingga keberadaannya pada permukaan partikel akan menghambat penetrasi air dan memperpanjang waktu pembasahan. Dalam formulasi produk minuman serbuk coklat, penambahan lesitin sebagai emulsifier diperlukan untuk mencapai target *wettability* di bawah 30 detik, yang mengindikasikan bahwa komponen berlemak secara alami menyulitkan proses pembasahan produk bubuk (Lingganingrum, 2021).

Serat kasar, khususnya serat tidak larut seperti selulosa dan lignin, memiliki struktur yang kompak dan sulit ditembus oleh air pada tahap awal pembasahan, sehingga partikel yang mengandung serat tinggi membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terbasahi secara sempurna. Kandungan serat yang semakin tinggi menyebabkan struktur produk menjadi lebih berpori namun secara paradoks juga lebih lambat terbasahi karena serat membentuk lapisan pelindung yang menghambat penetrasi air pada tahap awal sebelum akhirnya air dapat berdifusi ke dalam matriks produk (Hustiany, 2016).

Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa pada kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a3, a1, a4 dan a5. Kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a2, a1, a4 dan a5. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a2, a3, a4 dan a5. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a2, a3, a1 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a1.

Wettability atau kemampuan pembasahan merupakan parameter fisik yang menggambarkan kemampuan suatu produk berbentuk bubuk atau serbuk untuk menyerap dan menyerap air pada permukaannya dalam satuan waktu tertentu. Pada prosesnya, metode *wettability* mencakup empat fase berurutan, yaitu pembasahan (*wetting*), tenggelam (*submerging*), terdispersi (*dispersing*), dan pelarutan (*dissolving*), yang secara keseluruhan menentukan seberapa cepat dan sempurna suatu produk bubuk dapat larut dalam air (Lazghab et al., 2005).

Menurut penelitian Fauziyyah et al., (2022), produk serbuk instan yang dimasukkan ke dalam air akan mengalami tahapan pembasahan, penyebaran, dan pelarutan. *Wettability* menunjukkan kemampuan serbuk dalam menyerap air pada permukaan air. Struktur kandungan kimia dalam produk dapat mempengaruhi *wettability*. *Wettability* dicatat dalam satuan detik, yaitu ketika seluruh serbuk sampel telah basah.

Nilai *wettability* suatu serbuk pangan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ukuran dan porositas partikel, kandungan lemak pada permukaan partikel, serta komposisi kimia bahan secara keseluruhan. Kandungan lemak yang relatif tinggi pada permukaan partikel serbuk dapat menghambat penetrasi air ke dalam partikel karena sifat hidrofobik lemak, sehingga waktu pembasahan menjadi lebih lama (Winarno, 2008).

Keterbatasan pada analisis *wettability* adalah pengujian hanya dilakukan pada satu kondisi suhu air tertentu, sehingga belum menggambarkan perilaku pembasahan produk pada berbagai kondisi penyajian yang umum dilakukan konsumen. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan dan pembasahan suatu zat padat dalam cairan meliputi intensitas pengadukan, pH, suhu, komposisi cairan pelarut, dan ukuran partikel (Permata & Sayuti, 2016). Sehingga, pengujian pada satu kondisi saja belum cukup representatif untuk menggambarkan karakteristik *wettability* sereal instan pada berbagai kondisi penyajian aktual.

4.2.2.4 *Solubility*

Solubility adalah waktu yang dibutuhkan serbuk untuk melarut dalam air secara keseluruhan. Dari hasil analisa didapatkan bahwa penambahan maltodekstrin yang semakin besar pada ekstrak daun ashitaba memberikan nilai *solubility* yang semakin tinggi, karena kadar air yang terkandung dalam ekstrak daun ashitaba bubuk semakin kecil (Lingganingrum, 2021).

Pada produk sereal instan, kelarutan menjadi indikator kualitas yang penting karena berkaitan langsung dengan kemudahan dan kepraktisan penyajian produk oleh konsumen. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan suatu produk untuk larut sempurna dalam air, maka semakin baik kualitas kelarutannya. Kelarutan produk pangan bubuk lebih dipengaruhi oleh faktor komposisi bahan dan ukuran partikel

dibandingkan oleh suhu pengeringan, selama suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi (Agrisaintifika, 2026).

Nilai kelarutan suatu produk dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain ukuran partikel, komposisi bahan, serta sifat kimia komponen penyusunnya. Partikel dengan ukuran lebih kecil cenderung lebih mudah larut karena memiliki luas permukaan yang lebih besar. Selain itu, kandungan protein, pati, dan lemak juga berperan dalam menentukan tingkat kelarutan, di mana interaksi antar komponen tersebut dapat meningkatkan atau justru menghambat proses pelarutan (Binahong et al., 2023)

Berdasarkan hasil uji ANAVA pada lampiran 17, diketahui bahwa faktor perbandingan tepung terubuk dengan kaldu sidat bubuk berpengaruh nyata nilai *solubility* sereal instan yang dihasilkan, sehingga diperlukan uji lanjut Duncan. Adanya pengaruh nyata berkaitan erat dengan perbedaan komposisi kimia bahan baku, khususnya fraksi pati dan serat yang menjadi komponen dominan dalam formulasi. Indeks kelarutan air pada produk instan dipengaruhi oleh tingkat kerusakan amilosa dan amilopektin dalam pati, di mana semakin tinggi degradasi kedua fraksi tersebut akibat proses pengolahan maka semakin tinggi pula kemampuan kelarutan produk yang dihasilkan (Nasution, 2022 dalam Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan, 2025).

Pati yang telah mengalami modifikasi atau degradasi selama proses pengolahan memiliki karakteristik kelarutan yang berbeda secara signifikan dibandingkan pati dalam kondisi asalnya. Secara struktural, pati tersusun atas dua fraksi utama, yaitu amilosa yang merupakan rantai lurus dengan ikatan α -1,4-glikosidik, dan amilopektin yang merupakan rantai bercabang dengan ikatan α -1,4 dan α -1,6-glikosidik. Produk turunan pati memiliki daya serap air dan kelarutan yang lebih baik dibandingkan pati asal, dan kandungan amilosa serta amilopektin berhubungan langsung dengan kemampuan kelarutan suatu bahan dalam air (Marchal et al., 1999 dalam Jurnal Penelitian Pertanian Terapan, 2013).

Berdasarkan Tabel 10, Nilai rata-rata *solubility* seluruh perlakuan berkisar antara 10,05 detik hingga 17,16 detik. Nilai *solubility* terpendek diperoleh pada perlakuan a3 sebesar $10,05 \pm 0,01$ detik, diikuti perlakuan a2 sebesar $10,09 \pm 0,02$

detik yang tidak berbeda nyata dengan a_3 , sementara nilai terlama terdapat pada perlakuan a_5 sebesar $17,16 \pm 0,02$ detik. Faktor-faktor yang mempengaruhi kelarutan suatu zat padat dalam cairan meliputi intensitas pengadukan, pH, suhu, komposisi cairan pelarut, ukuran partikel, pengaruh surfaktan, pembentukan kompleks, dan tekanan, di mana ukuran partikel menjadi salah satu faktor penentu utama (Ambarsari et al., 2020).

Menurut Fauziyyah et al., (2022), *solubility* mengukur kemampuan serbuk dalam membentuk suspensi yang stabil dalam air, dimana seluruh komponen terlarut dalam produk telah larut sempurna. Parameter ini dianggap sebagai kriteria yang paling reliabel dalam mengevaluasi sifat produk dalam cairan. Pada umumnya, diharapkan serbuk yang didapatkan memiliki solubilitas yang tinggi.

Partikel dengan gaya interaksi antarpartikel yang besar, yang tercermin dari nilai rasio Hausner yang tinggi, cenderung membentuk agregat yang kompak sehingga menghambat penetrasi air ke dalam matriks partikel dan memperlambat proses dispersi serta pelarutan (Sirisha et al., 2012).

Keterbatasan pada analisis *solubility* adalah pengukuran hanya dilakukan berdasarkan bobot residu yang tidak larut setelah pengadukan pada kondisi tertentu, tanpa mempertimbangkan pengaruh variasi suhu, kecepatan pengadukan, dan rasio padatan terhadap air yang digunakan saat penyajian. Salah satu faktor yang mempengaruhi waktu larut adalah kadar air bahan, sehingga kondisi pengujian yang tidak sepenuhnya seragam dapat mempengaruhi nilai *solubility* yang diperoleh. Dengan demikian, nilai yang diperoleh belum sepenuhnya mencerminkan kondisi aktual rehidrasi produk di tingkat konsumen pada berbagai kondisi penyajian.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pengaruh perbandingan tepung terubuk (*Saccharum edule*) dengan kaldu tulang sidat bubuk (*Anguilla bicolor*) terhadap karakteristik sereal instan berbasis tepung MOCAF (*Modified Cassava Flour*), maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Tepung terubuk memiliki kadar serat kasar rata-rata sebesar 7,76%, sedangkan kaldu tulang sidat bubuk mengandung kadar protein rata-rata sebesar 23,72%. Kedua bahan baku tersebut terbukti memiliki potensi gizi yang signifikan sebagai komponen fungsional dalam formulasi sereal instan berbasis lokal.

Perbandingan tepung terubuk dengan kaldu tulang sidat bubuk berpengaruh nyata terhadap respon kimia (kadar air, kadar abu, kadar serat kasar, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat dan total energi) dan fisik (*bulk density, tapped density, flowability, wettability, solubility*). Seluruh formulasi yang dihasilkan memenuhi persyaratan mutu sereal instan berdasarkan SNI 01-4270-1996, yaitu kadar air maksimal 3%, kadar abu maksimal 4%, kadar protein minimal 5%, kadar lemak minimal 7%, kadar karbohidrat minimal 60%, dan kadar serat kasar maksimal 0,7%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi tepung terubuk dan kaldu tulang sidat bubuk berpotensi digunakan sebagai bahan baku sereal instan fungsional yang bergizi dan berbasis pangan lokal.

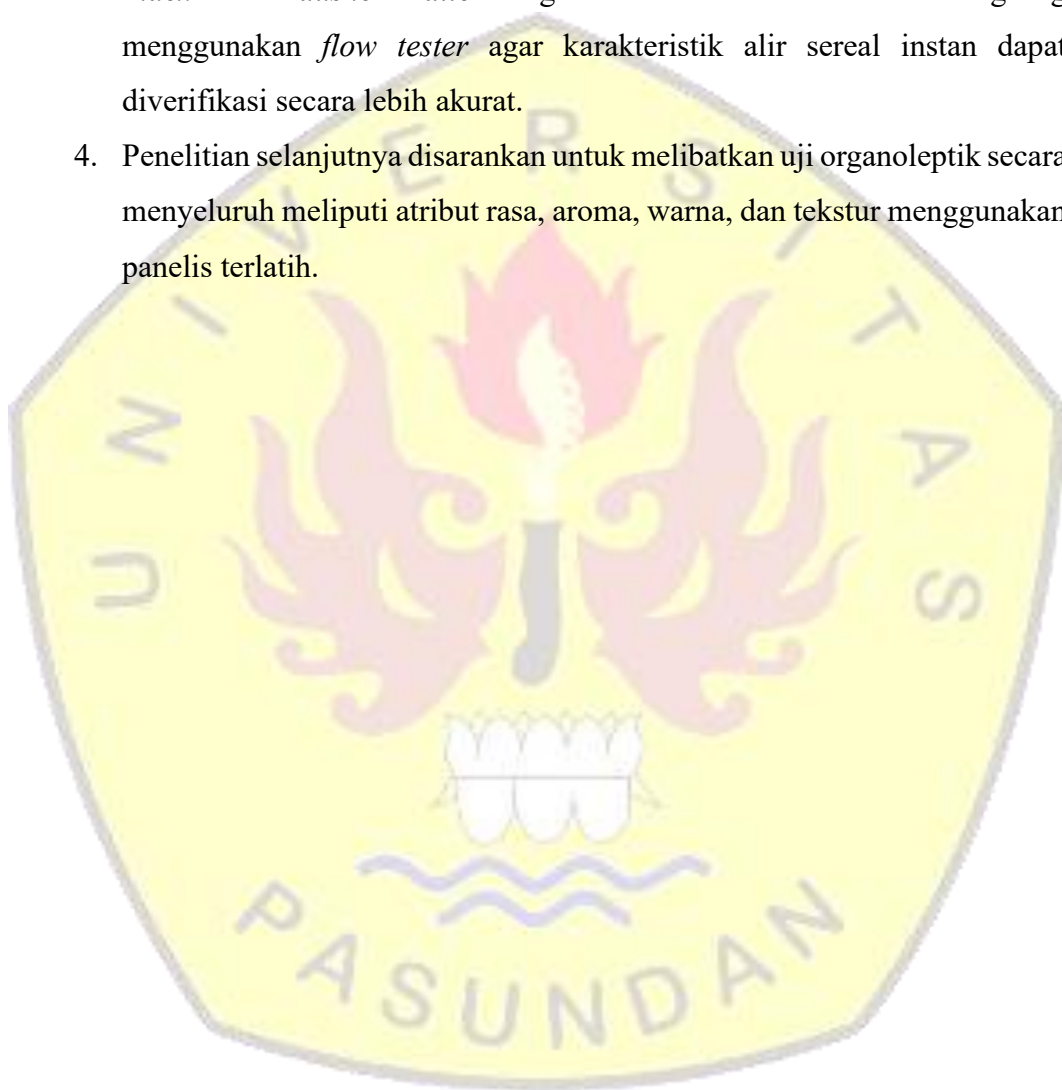
5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, beberapa saran yang dapat dikemukakan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan analisis serat pangan total (*total dietary fiber*) yang mencakup fraksi serat larut (*soluble dietary fiber*) dan serat tidak larut (*insoluble dietary fiber*). Selain itu, pengukuran

nilai energi aktual disarankan dilakukan menggunakan *bomb calorimetry* agar nilai kalori yang tercantum lebih akurat.

2. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan analisis ukuran partikel (*particle size analysis*) menggunakan *particle size analyzer*.
3. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melengkapi pengukuran *Carr Index* dan *Hausner Ratio* dengan analisis sifat alir secara langsung menggunakan *flow tester* agar karakteristik alir sereal instan dapat diverifikasi secara lebih akurat.
4. Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan uji organoleptik secara menyeluruh meliputi atribut rasa, aroma, warna, dan tekstur menggunakan panelis terlatih.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, E. C., & Geldart, D. (1999). *The use of bulk density measurements as flowability indicators*. In *Powder Technology* (Vol. 102, Number 2).
- Ahmil, Nurdin, H., & Hermiati. (2021). **Analisis kandungan zat gizi tepung tulang ikan sidat (*Anguilla sp*)**. *Ghidza: Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 5(1), 36–44.
- Ambarsari, I., Endrasari, R., & Hidayah, R. (2020). **Kandungan Nutrisi Dan Kualitas Sensoris Produk Minuman Sereal Sarapan Berbasis Flakes Jagung, Jali, Dan Sorgum**. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(2), 108. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v17n2.2020.108-116>
- Amin, S. (2016). **Kajian Daya Cerna Protein Secara In Vitro Dan Sifat Organoleptik Sereal Berbahan Baku Tepung Mocaf Dengan Substitusi Tepung Kacang Hijau**. *Universitas Muhammadiyah Semarang*, 1–72. <http://lib.unimus.ac.id>
- Anggraini, W., et al. (2025). **Komposisi nutrisi ikan sidat (*Anguilla bicolor*) dari perairan Kabupaten Bengkulu Selatan**. *Akuatika Indonesia*, 10(1), 62–67.
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis of AOAC International (18th ed)*. Association of Official Analytical Chemists (AOAC) International.
- Ariani, F., Rohani, S., Sukanty, N. M. W. L. Y., Solehah, N. Z., & Nursafia, B. I. (2024). **Menggunakan Metode Soxhlet**. *Jurnal Ganec Swara*, 18(1), 172–176.
- Arum, D. P., & Kurnia, P. (2024). **Pengaruh Substitusi Tepung Ganyong Dan Tepung Sorgum Terhadap Kadar Air dan Kadar Abu pada Cookies Cokelat Bebas Gluten Berbahan Dasar Tepung Mocaf**. 6(6), 2739–2744.
- Asmoro, N. W., Hartati, S., & Handayani, C. B. (2021). **Introduksi Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Sebagai Pendukung Diversifikasi Dan Ketahanan Pangan Masyarakat Dawis 1 Rt 03/24 Jebres**. *Dharmakarya*, 10(4), 325. <https://doi.org/10.24198/dharmakarya.v10i4.35495>

- Astija, A., & Djaswintari, D. (2020). **Analisis Kandungan Lemak Pada Abon Yang Dibuat Dari Jantung Pisang (*Musa Paradisiaca*) Dan Ikan Sidat (*Anguilla Marmorata*)**. *Journal of Nutrition College*, 9(4), 241–246. <https://doi.org/10.14710/jnc.v9i4.27789>
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). **Cara Uji Makanan dan Minuman**. SNI 01-2891-1992.
- Badan Standardisasi Nasional. (1996). Sni 01-4270-1996. **Standar Nasional Indonesia: Susu Sereal**. 1–12. <http://lib.kemenperin.go.id/neo/detail.php?id=173088>
- Badan Standardisasi Nasional. (2021). **Sereal Sarapan**. SNI 01-4270-1996.
- Berdanier, C. D. (2016). **Food Composition**. In *Handbook of Nutrition and Food: Third Edition*. <https://doi.org/10.1201/b15294-2>
- Binahong, D., Dyah, I., & Larasati, A. (2023). **Karakteristik Organoleptik Dan Fisikokimia Minuman Serbuk Daun Kersen (*Muntingia Calabura*) Dan Pemanis Stevia *Organoleptic and Physicochemical Characteristics Of Powder Beverages Cherssen (Muntingia Calabura) Leaves and Binahong (Anredera Cordifolia)***. 71–84. <https://doi.org/10.31186/j.agroind.13.1.71-84>
- Chaniago, R. (2015). **Potensi Biomassa Terubuk (*Saccharum Edule Hasskarl*) Sebagai Pakan Untuk Pertambahan Bobot Badan Sapi**. *Jurnal Galung Tropika*, 4(2), 68–73. <https://doi.org/10.31850/jgt.v4i2.97>
- Dewi, H. E., Nur Rahmah, N. C., Yani, N. R., Putri, R. A., & Silviana Dewi. (2025). **Formulasi Granul dengan Pati Sukun (*Artocarpus artilis*) sebagai Glidan**. *Lansau: Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 3(1), 10–18. <https://doi.org/10.33772/lansau.v3i1.39>
- Diana, N., Slamet, A., & Kanetro, B. (2023). **Sifat Fisik Kimia dan Tingkat Kesukaan Bubur Instan dengan Variasi Rasio Mocaf, Labu Kuning (*Cucurbita moschata*), dan Tempe serta Suhu Pengeringan**. *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 2(1), 126–139. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/semasetwa/article/view/21471>
- Dianingtyas, E. (2018). **Formulasi Tepung Bekatul Dan Tepung Tempe Terhadap Mutu Kimia, Nilai Energi, Dan Mutu Organoleptik Sereal Flakes Untuk Obesitas Pada Anak**. *Jurnal Informasi Kesehatan Indonesia (JIKI)*, 4(2), 128. [https://doi.org/10.31290/jiki.v\(4\)i\(2\)y\(2018\).page:128-135](https://doi.org/10.31290/jiki.v(4)i(2)y(2018).page:128-135)
- Fahmi, M. R., & Hirnawati, R. (2010). **Keragaman ikan sidat tropis (*Anguilla sp*) di Perairan Sungai Cimandiri, Pelabuhan Ratu, Sukabumi**. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, 1–8. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/fita/article/view/6178>

- Fajar Utami, M. A., Suci, A. N. N., & Sari, Y. P. (2025). **Komposisi Nutrisi Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*) dari Berbagai Perairan Kabupaten Bengkulu Selatan.** *Akuatika Indonesia*, 10(1), 62–67. <https://doi.org/10.24198/jaki.v10i1.53100>
- Fauziyyah, F., Setiawan, B., & Marliyati, S. A. (2022). **Formulasi Minuman Sinbiotik Sari Buah Kersen (*Muntingia calabura* L) Instan Dengan Penambahan Enkapsulator Dan Prebiotik.** *Amerta Nutrition*, 6(3), 282–291. <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i3.2022.282-291>
- Fibers, C., Rice, B., & Cereals, B. I. (2026). **Analisis Proksimat dan Serat Kasar Sereal Instan Beras Hitam, Tempe, dan Brokoli bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe 2.** 5(2), 123–135.
- Fitriani, S., Widyaningsih, T. D., & Estiasih, T. (2021). **Karakteristik fisikokimia dan fungsional tepung berbahan lokal untuk produk pangan olahan.** *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(2), 88–89.
- Fitriani, V., Setiaboma, W., & Permana, L. (2021). **Karakterisasi Sifat Fisikokimia Serpihan Sereal Beras Menir Dengan Penambahan Tepung Pisang.** *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(2), 179–190.
- Gasperz, V. (1995). **Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan (Jilid 1).**
- Giovani, S. (2025). **Derajat Keasaman, Densitas Kamba, Dan Warna Tepung Komposit Termomodifikasi Dengan Variasi Suhu Dan Waktu Autoklaf.** *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 20(1), 34–42. <https://doi.org/10.26623/jtphp.v20i1.10772>
- Gresinta, E., Agustina, I., Astuti, D., Risdiana, A., & Yusuf, M. (2024a). **Analisis Nilai Gizi dan Potensi Tanaman Terubuk (*Saccharum edule hasskarl*).** *Jurnal Seminar Nasional Sains*, 5(1), 193–196.
- Gresinta, E., Agustina, I., Astuti, D., Risdiana, A., & Yusuf, M. (2024b). **Literature Review: Analisis Nilai Gizi dan Potensi Tanaman Terubuk (*Saccharum edule Hasskarl*).** 5(1), 193–196.
- Hartono, Y., Sugiyono, S., & Wulandari, N. (2018). **Formulasi Dan Peningkatan Sifat Kelarutan Minuman Serbuk Cokelat.** *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 29(2), 185–194. <https://doi.org/10.6066/jtip.2018.29.2.185>
- Hustiany. (2016). **Reaksi Maillard Pembentuk Citarasa dan Warna pada Produk Pangan.** *Lambung Mangkurat University Press*.
- Jamaluddin, Atina, N., & Yuyun, Y. (2019). **The Analysis of protein level and amino acid profile in eels (*Anguilla marmorata* (Q.) Gaimard and *Anguilla bicolor*) of lake Poso.** *Journal of Pharmacy and Nutrition Sciences*, 9(1), 32–37. <https://doi.org/10.29169/1927-5951.2019.09.01.6>

- Kementerian Pertanian (Kementan) bersama Masyarakat Singkong Indonesia (MSI). (2022). **Pengembangan Budidaya Ubi Kayu**. *Pangannews*. <http://tinyurl.com/zc4k7u3m>
- Kinanthi, E. P., & Petrus, D. (2021). **Jurnal Kimia Dan Rekayasa Analisis Kadar Abu Dalam Tepung Terigu Dengan Metode Gravimetri**. *Jurnal Kimia Dan Rekayasa*, 2(1), 16–21.
- Kisnawaty. (2017). **Substitusi tepung biji nangka pada cookies terhadap kadar serat dan kekerasan**. *Jurnal Kesehatan*.
- Lazghab, M., Saleh, K., Pezron, I., Guigon, P., & Komunjer, L. (2005). *Wettability assessment of finely divided solids*. *Powder Technology*, 157(1–3), 79–91.
- Lestari, M. A., Lestari, R. B., & Permadi, E. (2023). **Sifat Fisik Dan Organoleptik Sosis Ayam Broiler dengan Bahan Pengisi Tebu Telur (*Saccharum Edule Hasskar*)**. *Title of Journal*, 2(1), 18–24. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/URLNASKAH><https://dx.doi.org/10.26418/jpb.v1i1.0000><http://doi.org/10.0000/0000>
- Libbe, F. S., Sakung, J., & Budiman. (2018). **Analisis Kandungan Zat Gizi Makro Pada Kaldu Ikan Sidat (*Anguilla Marmorata*) Di Kota Poso Analysis**. *Gizi Kesmas, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Palu*, 11–14.
- Liu, P. (2021). **Optimizing Food Packaging Size by Measuring the Tapped Density**. *Bettersize*, 1–4. <https://www.researchgate.net/publication/355925263>
- Lukman, M. N., Rudini, D., & Subandi, A. (2020). **Karakterisasi sifat fisikokimia, sensori, dan fungsional nasi instan dari beras amilosa rendah**. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(1), 1–14.
- M, E. S., & Lingganingrum, F. S. (2021). **Teh Hijau Bubuk Dari Daun Ashitaba Menggunakan Proses *Spray Drying***. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1), 22–28. https://doi.org/10.33005/jurnal_tekkim.v16i1.2843
- Maftuhah, N., Haryati, S., Meata, B. A., Studi, P., Perikanan, I., Pertanian, F., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2024). **Penambahan Tepung Tulang Ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) Dalam Pembuatan Sup Krim Instan Pada Lansia**. 1(2), 1129–1142.
- Nainggolan, O., & Adimunca, C. (2005). **Kontribusi konsumsi serat terhadap status kesehatan masyarakat Indonesia**. *Media Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan*, 15(3), 1–10.
- Novidahlia, N., Kusumaningrum, I., & Intan Pamela, A. (2020). **Karakteristik Fisikokimia dan Sensori Minuman Sereal Instan dari Sorgum (*Sorgum Bicolor*) dan Tepung Tempe**. *Jurnal Agroindustri Halal*, 6(2), 181–187.

- Novita, N., Nurhaeni, Prismawiryanti, & Razak, Abd. R. (2020). **Analisis Kadar Serat dan Protein Total Sereal Berbasis Tepung Ampas Kelapa dan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)**. *Jurnal Riset Kimia*, 6(April), 23–33.
- Nur'aini, H., Ishar, & Darius. (2019). **Inovasi Pengolahan Abon Lokan (*Pilsbryoconcha Exilis*) Dengan Perlakuan Substitusi Tebu Telur (*Saccharum Edule*)**. *Agritepa*, VI (1).
- Nuryani. (2019). **Analisis Kandungan Zat Gizi Tepung Tulang Ikan Sidat (*Anguila sp*)**. *Ghidza: Jurnal Gizi Dan Kesehatan*, 5(Validitas dan Reliabilitas Kuesioner Pengetahuan, Sikap dan Perilaku Gizi Seimbang pada Remaja), 37–46.
- Pentury, M. M., Koleangan, H. S. J., & Runtuwene, M. R. J. (2017). **Kandungan nilai gizi pada sayur lili (*Saccharum edule Hasskarl*) makanan khas di Halmahera Utara, Maluku Utara sebelum dan sesudah pengolahan**. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6. https://www.scribd.com/document/537756101/17838-35966-1-SM-1?utm_source
- 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>
- Rahayu, D., Maessa, A. V., & Rafsnjani, M. F. D. (2024). **Seminar Nasional Pendidikan Teknik Boga dan Busana**. *Seminar Nasional PTBB*, 19(1), 1–6. <https://journal.uny.ac.id/index.php/ptbb/article/view/83368/23071>
- Rahmah, S., & Handayani, M. (2018). **Penambahan Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Dalam Pembuatan Nugget Nabati**. *Edufortech*, 3(1). <http://ejournal.upi.edu/index.php/edufortech/indexEDUFORTECH3>
- Rahman Saleh, A., Sri, R., & Azizah. (2022). **Perkembangan Penelitian dan Pemetaan Bidang Kajian Ikan Sidat di Indonesia**. *Jurnal Pustakawan Indonesia*, 21(2), 72–87. <https://doi.org/10.29244/jpi.21.2.72-87>
- Ralali. (2024). **Makanan Instan**. https://news.ralali.com/7-makanan-instan-yang-harus-kamu-stok-di-rumah/#6_Sereal_Instan
- Rana, R. H., Rana, S., Tasnim, S., Haque, M. R., Kabir, S., & Amran, S. (2022). **Characterization and tableting properties of microcrystalline cellulose derived from waste paper via hydrothermal method**. 12(06), 140–147. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2022.120613>

- Ratnawati, L., Ekafitri, R., Desnilasari, D., Penelitian, P., Tepat, T., No, J. K. S. T., & Barat, J. (2019). **Karakterisasi Tepung Komposit Berbasis Mocaf Dan Kacang-Kacangan Sebagai Bahan Baku Biskuit.** 65–81.
- Riyanto, B., Trilaksani, W., & Aulia Azzahra, V. (2020). **Desain Pangan Instan Gizi Khusus Lansia Berbasis Binte Biluhuta Diperkaya Nanomineral Tulang Ikan.** *Jurnal Fishtech*, 9(2), 65–77. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v9i2.9923>
- Romdhoni, A., Supriyanto, & Fakhry, M. (2023). **Pemanfaatan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Tepung Jagung Talango dalam Formulasi Pembuatan Tiwul Instan.** 8(1), 20–31.
- Shinta Krisnamurti, Niken Purwidiani, Ila Huda P.D, & Mauren Gita Miranti. (2024). **Pemanfaatan Beras Merah dan Pisang Cavendish dalam Pembuatan Flakes Sebagai Isian Minuman Instan.** *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 2(4), 289–311. <https://doi.org/10.55606/jubpi.v2i4.3303>
- Sholikhatia, A., Rahmawatia, R. P., & Kurnia, S. D. (2022). **Analisis Mutu Fisik Granul Ekstrak Kulit Manggis Dengan Metode Granulasi Basah.** *Universitas Muhammadiyah Kudus*, 7(1), 1–9.
- Subagio, A. (2008). **Modified Cassava Flour (Mocaf).** *Rubrik Teknologi*, 17(1), 92–103.
- Sukarno, S., Kushandita, N., & Budijanto, S. (2020). **Karakterisasi Sifat Fisikokimia Sereal Berbasis Tepung Beras Merah Pecah Kulit.** *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 81–86. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.81>
- Sukasih, E., Sasmitaloka, K. S., & Widowati, S. (2020). **Karakteristik Fisikokimia Dan Organoleptik Kacang Hijau Instan Dengan Teknologi Pembekuan.** *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(1), 37. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v17n1.2020.37-47>
- Sylvia, D., Apriliana, V., & Rasydy, L. O. A. (2021). **Analisis Kandungan Protein Yang Terdapat Dalam Daun Jambu Biji (Psidium Guajava L) Menggunakan Metode Kjeldahl & Spektrofotometri Uv-Vis.** *Jurnal Farmagazine*, 8(2), 64–72.
- Talitha, et al. (2025). **Kandungan gizi produk mi dengan penambahan tepung daun kelor, tepung tempe, dan lumatan ikan lele.** *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 4(2), 146–156.
- Tampubolon, R., et al. (2014). **Pengaruh formulasi bahan baku terhadap densitas kamba produk MP-ASI.** *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 5(1), 30–38.

- Tanuwijaya, S. A., Fibri, D. L. N., Rahayu, E. S., Yanti, R., & Saputra, W. D. (2025). ***Characterization of High Protein and Instant Cereal Fiber Drink Enriched with Probiotic Milk Powder.*** *AgriTECH*, 45(3), 266. <https://doi.org/10.22146/agritech.90659>
- Teknologi, J., Darmawan, M. R., Andreas, D. P., Jos, B., Sumardiono, S., Kimia, J. T., & Soedarto, J. P. (2013). **Modifikasi Ubi Kayu Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Starter *Lactobacillus Casei* Untuk Produk Pangan.** 2(4), 137–145.
- Teunou, E., Fitzpatrick, J. J., & Synnott, E. C. (1999). ***Characterisation of food powder flowability.*** *Journal of Food Engineering*, 39(1), 31–37.
- Tri Dewanti W., H. dan N. S. •. (2014). **Diet Sehat dengan Makanan Berserat.** **Skripsi.** *Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.*, 3(1), 1–109. <http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20353025-S45665-Uji+aktivitas.pdf>
- Tunggak, K., Ikan, D. A. N., Sebagai, L., Sehat, S., Dwi, M., & Pratiwi, Y. S. (2024). **Karakteristik Sereal Flakes Tepung Pra-Masak Jewawut.** 9(5), 7759–7777.
- Valaei, I., Hassan-Beygi, S. R., Kianmehr, M. H., & Massah, J. (2013). ***Investigation of Avalanche Time and Carr's Index of Poultry Litter Powder as Flowability Indices.*** *Cercetari Agronomice in Moldova*, 45(4), 15–27. <https://doi.org/10.2478/v10298-012-0061-2>
- Widasari, M., & Handayani, S. (2014). **Pengaruh Proporsi Terigu – Mocaf (Modified Cassava Flour) Dan Penambahan Tepung Formula Tempe Terhadap Hasil Jadi Flake.** Mia Widasari Program Studi S-1 Pendidikan Tata Boga Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya. *E-Journal Boga*, 3(3), 222–228.
- Widyawati, A. T. (2022). **Potensi Lokal Tanaman Terubuk.** *Jurnal Kementerian Pertanian RI*, 29–32.
- Winarno, F. G. (1992). **Kimia Pangan dan Gizi.**
- Yüksel, A. N. (2021). ***Development of yoghurt powder using microwave-assisted foam-mat drying.*** *Journal of Food Science and Technology*, 58(7), 2834–2841. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05035-2>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Analisis Kadar Air Metode Gravimetri (AOAC, 2005)

Prinsip dasar dari pengukuran kadar air dengan metode gravimetri adalah menguapkan air yang terkandung dalam bahan pangan dengan cara pemanasan. Bahan kemudian ditimbang hingga beratnya konstan yang berarti semua air telah menguap (AOAC, 2005).

Prosedur pengukuran kadar air dengan metode ini yaitu dengan memanaskan cawan porselen pada oven dengan suhu 105°C selama 30 menit, kemudian cawan diambil dan didinginkan dalam desikator selama 30 menit. Cawan yang telah dingin selanjutnya ditimbang secara berulang hingga didapatkan berat konstan (W_0). Timbang sampel 2 gram (W_s) pada cawan yang telah di dapat berat konstan (W_1). Cawan yang berisi sampel kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 3 jam dengan suhu 105°C, setelah itu cawan dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit hingga dingin dan selanjutnya cawan dengan sampel (W_2) ditimbang kembali. Lakukan pengeringan ini sampai didapat berat konstan.

Perhitungan :

$$Kadar\ Air\ (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan :

- W_0 : Berat cawan konstan
 W_1 : Berat cawan konstan + sampel
 W_2 : Berat cawan + sampel konstan

Lampiran 2. Prosedur Analisis Kadar Lemak Metode Ekstraksi *Soxhlet* (AOAC,2005)

Berdasarkan pada daya larut lemak dalam suatu pelarut organik lemak diekstraksi dengan pelarut n-heksan dalam *soxhlet*, setelah pelarutnya diuapkan, lemaknya dapat ditimbang dan dihitung kadarnya

Timbang labu bundar (W0) dan sampel sebanyak 5 gram kedalam kantung sampel (Ws). Masukkan sampel tersebut kedalam *soxhlet*. Isi penuh *soxhlet* dengan n-heksan, dan biarkan mengalir masuk kedalam labu bundar yang telah berisi batu didih. Tambahkan lagi n-heksan sampai setengah volume *soxhlet*. Lakukan hingga 8 kali sirkulasi. Setelah 8 kali sirkulasi keluarkan n-heksan, panaskan lagi hingga n-heksan habis tidak menetes. Keringkan labu dalam oven dengan suhu 100-105°C hingga bebas n-heksan ± 1 jam. Keluarkan labu bundar, diamkan selama 5 menit. Masukkan kedalam desikator selama 15 menit, lalu timbang (W1).

Rumus Perhitungan Kadar Lemak:

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

Keterangan :

W0 : Berat labu lemak tanpa sampel

W1 : Berat labu lemak dengan sampel

Ws : Berat sampel

Lampiran 3. Prosedur Analisis Kadar Karbohidrat Total Metode *By Difference* (Winarno, 1992)

Carbohydrate by Difference adalah suatu analisis di mana kandungan karbohidrat termasuk serat kasar diketahui bukan melalui analisis tetapi melalui perhitungan, sebagai berikut :

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100\% - \% (\text{Protein} + \text{Lemak} + \text{Abu} + \text{Air})$$



Lampiran 4. Prosedur Analisis Kadar Protein Metode *Kjeldahl* (AOAC, 2005 dalam Novita et al., 2020)).

Sampel sereal ditimbang sebanyak 0,5 gram lalu dimasukkan ke dalam labu khjedhal, kemudian ditambahkan 1,2 gr katalis campuran dan 10 mL H₂SO₄ pekat. Labu khjedhal bersama isinya digoyangkan sampai semua sampel terbasahi dengan H₂SO₄ pekat, selanjutnya campuran didestruksi di atas pemanas listrik dalam lemari asam sampai cairan hijau jernih terbentuk. Campuran dibiarkan dingin kemudian tuang ke dalam labu ukur 100 mL dan impitkan sampai tanda batas dengan aquades. Menyiapkan erlenmeyeryang berisi 10 mL H₃BO₃ 2% dan 4 tetes indikator campuran, kemudian 5 mL larutan dimasukkan ke dalam labu destilasi 100 mL dan ditambahkan 5 mL NaOH 30% serta 100 mL aquades. Setelah diperoleh destilat sebanyak ±50 mL, destilasi dihentikan (±5 menit). Distiliat dititrasi dengan larutan HCl 0,01 N sampai terjadi perubahan. Penetapan blanko dikerjakan dengan cara yang sama. Kadar protein dihitung megggunakan Persamaan 2 :

$$\text{Kadar Protein (\%)} = \frac{(v_1 - v_2) N \times 14,007 \times 6,25 \times P}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

V₁ = Volume titrasi sampel

V₂ = Volume titrasi blanko

N = Normalitas larutan HCL 0,01

W = Bobot contoh (mg)

P = faktor pengenceran 14,007 adalah bobot atom nitrogen
6,25 adalah faktor protein makanan

Lampiran 5. Prosedur Analisis Kadar Serat Kasar Metode Gravimetri (Novita et al., 2020)

Sejumlah 1 gram sampel ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 mL dan ditambahkan 50 mL H₂SO₄ 0,3 N lalu dipanaskan pada suhu 70°C selama 1 jam. Selanjutnya ditambahkan 25 ml NaOH 1,5 N dan dipanaskan selama 30 menit pada suhu 70°C, kemudian disaring dengan corong buchner. Selama penyaringan endapan dicuci berturut-turut dengan aquades panas secukupnya, 50 ml H₂SO₄ 0,3 N, dan 25 mL aseton. Residu dikeringkan di dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°, kemudian didinginkan dan ditimbang

$$\text{Kadar Serat Kasar (\%)} = \frac{b - a}{X} \times 100\%$$

Keterangan :

- b = bobot kertas saring + sampel setelah dioven
 a = bobot kertas saring
 x = bobot sampel

Lampiran 6. Prosedur Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri (Novita et al., 2020)

Sampel tepung terigu sebanyak 3 g ditimbang dengan teliti dalam cawan (W). Cawan yang berisi sampel di panaskan di atas nyala api kecil bunsen sampai menjadi arang, kemudian diabukan dalam tanur pada suhu 550 ± 10 °C sampai berwarna putih atau keabuan selama 5 jam. Setelah tahap pengabuan, cawan didinginkan dalam eksikator selama 30 menit dan kemudian ditimbang. Analisis data pada penentuan kadar abu dalam tepung terigu ini dengan menggunakan perhitungan kadar abu.

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

Keterangan :

W = bobot cawan kosong dan bobot contoh (g)

W1 = bobot cawan kosong (g)

W2 = bobot cawan kosong dan abu (g)

Lampiran 7. Prosedur Analisis Total Energi (Dianingtyas, 2018)

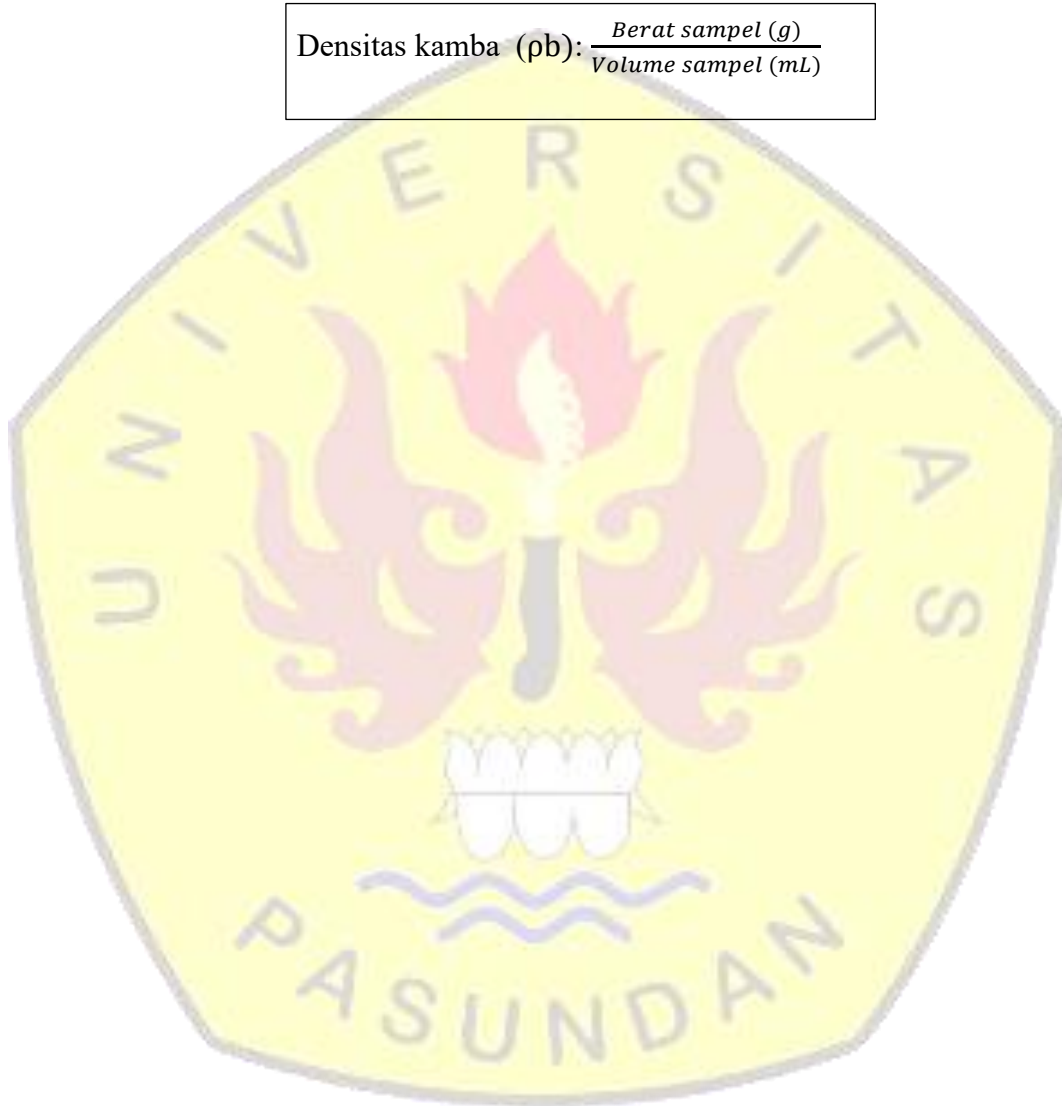
Analisis kandungan energi dilakukan berdasarkan hasil analisis proksimat. Perhitungan energi dilakukan dengan cara menjumlahkan makronutrien yang meliputi protein, lemak dan karbohidrat yang terdapat didalam bahan pangan dan dikalikan dengan hasil kalori masing-masing makronutrien. Pada protein memiliki kalori sebesar 4 kkal/gram, lemak sebesar 9 kkal/gram dan karbohidrat sebesar 4 kkal/gram.



Lampiran 8. Prosedur Analisis Uji Fisik Densitas Kamba (Yüksel, 2021)

Densitas kamba (*bulk density*) Sampel dimasukkan ke dalam gelas ukur 25 mL kemudian dipadatkan hingga diperoleh volume dari sampel tersebut. Densitas kamba dihitung dengan menggunakan persamaan :

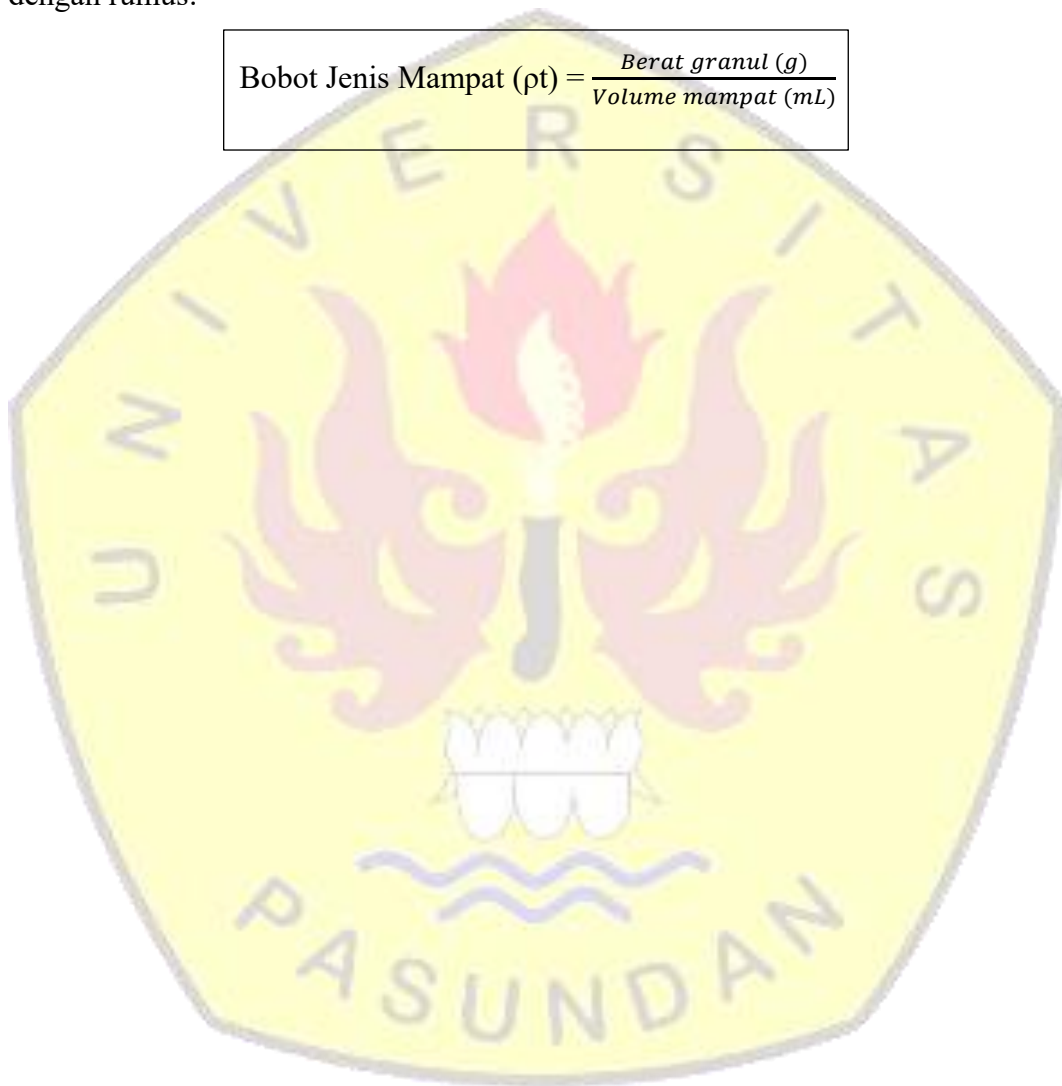
$$\text{Densitas kamba } (\rho_b): \frac{\text{Berat sampel (g)}}{\text{Volume sampel (mL)}}$$



Lampiran 9. Prosedur Analisis Uji Fisik Densitas Mampat (Yüksel, 2021)

Granul dimasukkan kedalam gelas ukur 25 mL, lalu dilakukan pengetapan dan kemudian ditimbang berat granulnya. Dicatat volume mampat granul, pengujian diulang sebanyak tiga kali kemudian dihitung bobot jenis mampatnya dengan rumus:

$$\text{Bobot Jenis Mampat } (\rho_t) = \frac{\text{Berat granul (g)}}{\text{Volume mampat (mL)}}$$

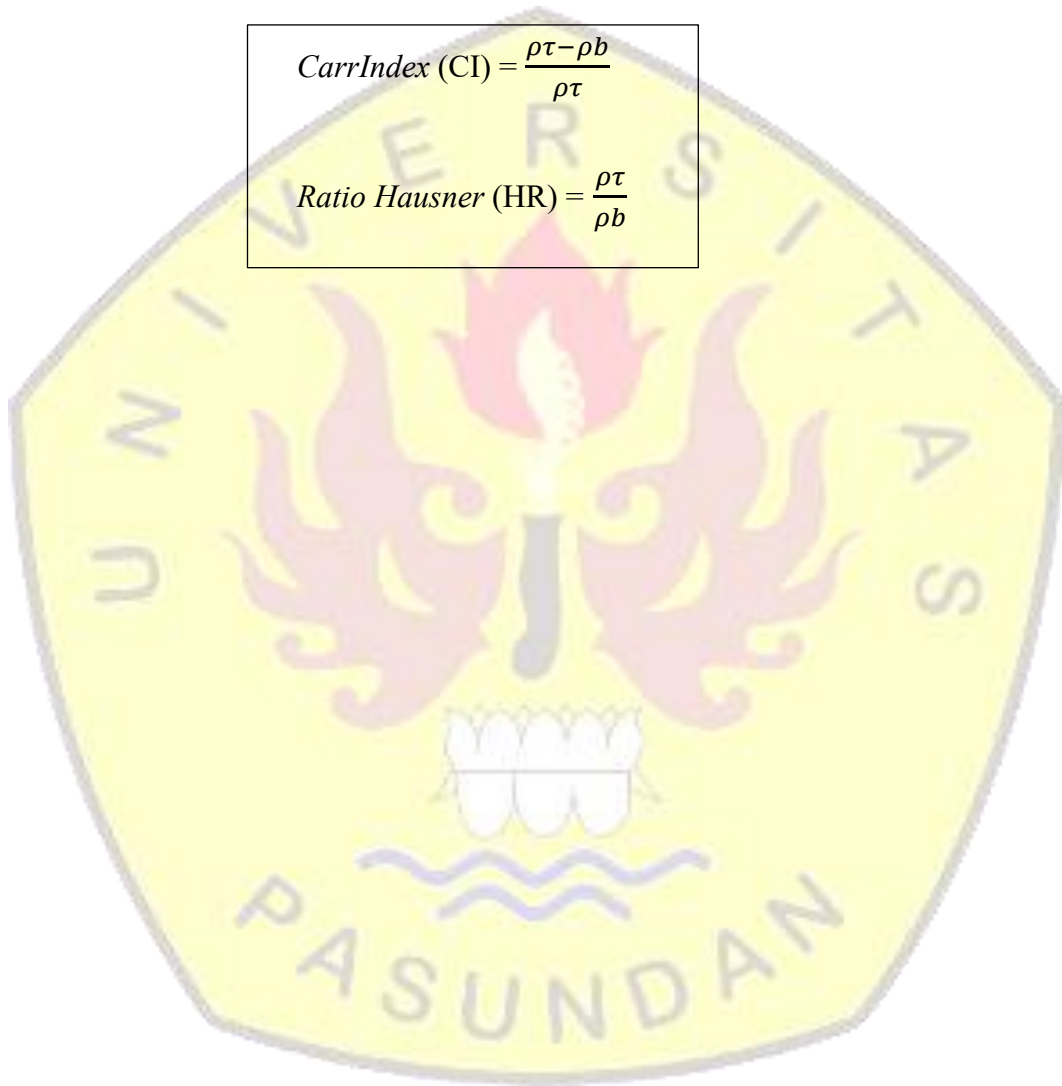


Lampiran 10. Prosedur Analisis Uji Fisik Uji Daya Alir (*Flowability*) (Yüksel, 2021)

Flowability diuji berdasarkan hasil dari nilai CarrIndex (CI) dan Ratio Hausner (HR) dengan menggunakan masing-masing penentuan densitas kamba dan densitas mampat. Flowability dihitung dengan menggunakan rumus :

$$CarrIndex (CI) = \frac{\rho\tau - \rho b}{\rho\tau}$$

$$Ratio Hausner (HR) = \frac{\rho\tau}{\rho b}$$



Lampiran 11. Prosedur Analisis Uji Fisik Uji *Wettability* (Yüksel, 2021)

Sebanyak 1 gram sampel bubuk dituang ke dalam 10mL air aquadest pada suhu ruangan dan waktu pembasahan bubuk dicatat dalam satuan detik.



Lampiran 12. Prosedur Analisis Uji Fisik *Solubility* (Yüksel, 2021)

Sebanyak 2 gram bubuk dituangkan ke dalam gelas kimia berisi 50 mL aquadest pada suhu ruang dan dicampur dengan magnetic stirrer dengan kecepatan 500 rpm. Waktu yang dibutuhkan agar bubuk larut sepenuhnya dicatat dalam detik.



Lampiran 13 Formulasi Produk Sereal Instan

Tabel 13. Formulasi Produk Sereal Instan

Bahan	Perbandingan Tepung Terubuk dan Sidat Bubuk				
	P1 (1:1)	P2 (2:1)	P3 (3:2)	P4 (4:3)	P5 (5:4)
Tepung Mocaf	20%	20%	20%	20%	20%
Tepung Terubuk	35%	46,67%	42%	40%	38,89%
Sidat Bubuk	35%	23,33%	28%	30%	31,11%
Susu Kedelai Bubuk	10%	10%	10%	10%	10%
Total	100%	100%	100%	100%	100%

Lampiran 14. Perhitungan Analisis Bahan Baku

Analisis Kadar Serat Kasar

- Ulangan 1

Tabel 14. Perhitungan Analisis Bahan Baku Kadar Serat Kasar Ulangan 1

Berat sampel (g)	1,014
Berat kertas konstan (g)	1,043
Berat kertas + residu (g)	1,081
Perhitungan	$\text{Kadar Serat (\%)} = \frac{\text{Bobot kertas serat} - \text{bobot kertas}}{\text{Bobot sampel}} \times 100$ $\text{Kadar serat (\%)} = \frac{1,081 - 1,043}{1,014} \times 100$ $= 3,75\%$

- Ulangan 2

Tabel 15. Perhitungan Analisis Bahan Baku Kadar Serat Kasar Ulangan 2

Berat sampel (g)	1,009
Berat kertas konstan (g)	1,057
Berat kertas + residu (g)	1,101
Perhitungan	$\text{Kadar Serat (\%)} = \frac{\text{Bobot kertas serat} - \text{bobot kertas}}{\text{Bobot sampel}} \times 100$ $\text{Kadar Serat (\%)} = \frac{1,101 - 1,054}{1,009} \times 100$ $= 4,21\%$

Analisis Kadar Protein

- Ulangan 1

Tabel 16. Perhitungan Analisis Bahan Baku Kadar Serat Kasar Ulangan 1

Berat Sampel (g)	2,047
V Blanko (L)	28,30 mL ~ 0,0283 L
V Sampel (L)	22,60 mL ~ 0,0226 L
N NaOH	0,0973
Perhitungan	$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(vb-vs) \times N \text{ NaOH} \times FP \text{ BE Nitrogen}}{\text{Bobot Sampel}} \times 100$ $= \frac{(0,0283 - 0,0226) \times 0,0973 \times 10 \times 14}{2,047 \text{ gram}} \times 100$ $= 3,79\%$ $\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar N} \times \text{FK}$ $= 3,79\% \times 6,25$ $= 23,69\%$

Tabel 17. Perhitungan Analisis Bahan Baku Kadar Serat Kasar Ulangan 2

Berat Sampel (g)	2,002
V Blanko (L)	28,30 mL ~ 0,0283 L
V Sampel (L)	22,70 mL ~ 0,0227 L
N NaOH	0,0973
Perhitungan	$\text{Kadar Nitrogen (\%)} = \frac{(vb-vs) \times N \text{ NaOH} \times FP \text{ BE Nitrogen}}{\text{Bobot Sampel}} \times 100$ $= \frac{(0,0283 - 0,0227) \times 0,0973 \times 10 \times 14}{2,002 \text{ gram}} \times 100$ $= 3,81\%$ $\text{Kadar Protein (\%)} = \text{Kadar N} \times \text{FK}$ $= 3,81\% \times 6,25$ $= 23,81\%$
	$\text{Rata - Rata Kadar Protein (\%)} = \frac{23,69\% + 23,81\%}{2}$ $= 23,75\%$

Lampiran 15. Dokumentasi Penelitian Tahap II

15.1 Dokumentasi Proses Pembuatan Produk Sereal Instan

Tabel 18. Dokumentasi Proses Pembuatan Produk Sereal Instan

Keterangan	Dokumentasi
Penimbangan	
Pencampuran	
Pemasakan	

Pencetakan	
Pengeringan	
Penggilingan	
Produk Sereal Instan	

15.2 Dokumentasi Analisis Kimia dan Fisik Sereal Instan

15.2.1 Analisis Kadar Air Metode Gravimetri Sereal Instan



Gambar 11. Analisis Kadar Air Metode Gravimetri

15.2.2 Analisis Kadar Serat Kasar



Gambar 12. Analisis Kadar Serat Kasar

15.2.3 Analisis Kadar Protein Metode *Kjedahl*



Gambar 13. Analisis Kadar Protein Metode *Kjedahl*

15.2.4 Analisis Kadar Lemak Metode Ekstraksi Soxhlet



Gambar 14. Analisis Kadar Lemak Metode Ekstraksi *Soxhlet*

15.2.5 Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri



Gambar 15. Analisis Kadar Abu Metode Gravimetri

Lampiran 16. Data dan Hasil Analisis Respon Kimia

16.1 Hasil Analisis Kadar Air Sereal Instan

Tabel 19. Data Mentah Analisis Kadar Air

Perlakuan	W Sampel (gram)	W Cawan Konstan (gram)	W Cawan Konstan + Sampel (gram)	W Cawan + Sampel Konstan (gram)	Kadar Air (%)
Ulangan 1					
a1	2,002	25,312	26,521	26,489	2,65
a2	2,013	25,432	26,642	26,609	2,73
a3	2,005	25,657	26,785	26,753	2,84
a4	2,004	25,788	26,798	26,769	2,87
a5	2,011	25,916	26,853	26,826	2,88
Ulangan 2					
a1	2,004	25,309	26,519	26,487	2,64
a2	2,011	25,435	26,638	26,605	2,74
a3	2,007	25,652	26,781	26,749	2,83
a4	2,002	25,783	26,795	26,767	2,77
a5	2,014	25,919	26,854	26,827	2,89
Ulangan 3					
a1	2,013	25,314	26,642	26,611	2,33
a2	2,021	25,833	26,637	26,615	2,74
a3	2,043	25,442	26,093	26,076	2,61
a4	2,047	25,308	26,379	26,352	2,52
a5	2,017	25,921	26,862	26,834	2,98

Contoh Perhitungan :

Ulangan 1 Perlakuan 1

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{\text{Bobot cawan konstan dan sampel} - \text{bobot cawan dan sampel konstan}}{\text{Bobot cawan konstan dan sampel} - \text{Bobot cawan kering konstan}} \times 100 \\ &= \frac{26,521 \text{ gram} - 26,489 \text{ gram}}{26,521 \text{ gram} - 25,321 \text{ gram}} \times 100 \\ &= 2,65 \% \end{aligned}$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{\text{Bobot cawan konstan dan sampel} - \text{bobot cawan dan sampel konstan}}{\text{Bobot cawan konstan dan sampel} - \text{Bobot cawan kering konstan}} \times 100 \\ &= \frac{26,642 \text{ gram} - 26,609 \text{ gram}}{26,642 \text{ gram} - 25,432 \text{ gram}} \times 100 \\ &= 2,73\% \end{aligned}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{2,65 + 2,73}{2} = 2,69\%$$

Dengan cara perhitungan kadar air yang sama didapatkan bahwa hasil kadar air seperti pada tabel 20.

Tabel 20. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Air

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	2,65	2,64	2,33	7,63	2,54
a2	2,73	2,74	2,74	8,21	2,74
a3	2,84	2,83	2,61	8,28	2,76
a4	2,87	2,77	2,52	8,16	2,72
a5	2,88	2,89	2,98	8,74	2,91
Total Kelompok	13,96	13,88	13,18	41,02	
Rata-Rata	2,79	2,78	2,64	8,20	

Perhitungan ANAVA Kadar Air Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(41,02^2)}{3 \times 5} \\
 &= 112,17 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - \text{FK} \\
 &= \frac{(13,96^2 + 13,88^2 + 13,18^2)}{5} - 112,17 \\
 &= 0,0741 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(7,63^2 + \dots^2 + 8,74^2)}{3} - 112,17 \\
 &= 0,2117 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (2,65^2 + \dots + 2,98^2 - 112,17) \\
 &= 0,3802 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 0,3802 - 0,2117 - 0,0741 \\
 &= 0,0944
 \end{aligned}$$

Tabel 21. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis Kadar Air

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,0741	0,0370	3,1391 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	0,2117	0,0529	4,4838*	3,84
Galat	8	0,0944	0,0118		
Total	14	0,3802			

Keterangan :

tn

Tidak berpengaruh

*

Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis kadar air produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berpengaruh nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 22. Uji Lanjut Duncan terhadap Kadar Air Sereal Instan

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	2,54	a1	-					a
3,26	0,20	2,72	a4	0,18 ^{tn}	-				ab
3,39	0,21	2,74	a2	0,20 ^{tn}	0,02 ^{tn}	-			ab
3,47	0,22	2,76	a3	0,22*	0,04 ^{tn}	0,02 ^{tn}	-		b
3,52	0,22	2,91	a5	0,37*	0,19 ^{tn}	0,17 ^{tn}	0,15 ^{tn}	-	b

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis kadar air kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan kode perlakuan a4, a2, a3 dan a5. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a2, tetapi berbeda nyata dengan a1, a3 dan a5. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a5, tetapi berbeda nyata dengan a1, a4 dan a2. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1, a4 dan a2.



16.2 Hasil Analisis Kadar Serat Kasar Sereal Instan

Tabel 23. Data Mentah Analisis Kadar Serat Kasar

Perlakuan	W Sampel (gram)	W Kertas Saring (gram)	W Residu (gram)	Kadar Serat Kasar (%)
Ulangan 1				
a1	1,048	1,033	1,037	0,38
a2	1,006	1,031	1,035	0,40
a3	1,076	1,029	1,035	0,56
a4	1,086	1,027	1,034	0,64
a5	1,053	1,032	1,039	0,66
Ulangan 2				
a1	1,024	1,032	1,036	0,39
a2	1,010	1,030	1,035	0,50
a3	1,052	1,028	1,034	0,57
a4	1,072	1,029	1,036	0,65
a5	1,027	1,029	1,036	0,68
Ulangan 3				
a1	1,013	1,031	1,036	0,49
a2	1,007	1,032	1,037	0,50
a3	1,036	1,030	1,036	0,58
a4	1,057	1,028	1,035	0,66
a5	1,015	1,031	1,038	0,69

Contoh Perhitungan :**Ulangan 1 Perlakuan 1**

$$\text{Kadar Serat (\%)} = \frac{(\text{bobot residu} - \text{bobot kertas saring})}{\text{bobot sampel}} \times 100$$

$$\frac{1,037 \text{ gram} - 1,033 \text{ gram}}{1,048 \text{ gram}} \times 100$$

$$0,38 \%$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(\text{bobot residu} - \text{bobot kertas saring})}{\text{bobot sampel}} \times 100$$

$$\frac{1,035 \text{ gram} - 1,031 \text{ gram}}{1,006 \text{ gram}} \times 100$$

$$0,40 \%$$

$$\text{Rata-Rata} \quad \frac{0,38 + 0,40}{2} = 0,78\%$$

Dengan cara perhitungan kadar serat kasar yang sama didapatkan bahwa hasil kadar serat kasar seperti pada tabel 24.

Tabel 24. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Serat Kasar

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	0,38	0,39	0,49	1,27	0,42
a2	0,40	0,50	0,50	1,39	0,46
a3	0,56	0,57	0,58	1,71	0,57
a4	0,64	0,65	0,66	1,96	0,65
a5	0,66	0,68	0,69	2,04	0,68
Total Kelompok	2,65	2,79	2,92	8,36	
Rata-Rata	0,53	0,56	0,58	1,67	

Perhitungan ANAVA Kadar Serat Sereal Instan

$$FK = \frac{(Total\ data\ transformasi^2)}{\sum ulangan \times \sum sampel}$$

$$= \frac{(8,36^2)}{3 \times 5}$$

$$= 4,66$$

$$JKK = \frac{(\sum K1^2 + K2^2 + \dots + Kn^2)}{t} - FK$$

$$= \frac{(2,65^2 + 2,79^2 + 2,92^2)}{5} - 4,66$$

$$= 0,0076$$

$$JKP = \frac{(\sum P1^2 + P2^2 + \dots + Pn^2)}{r} - FK$$

$$= \frac{(1,27^2 + \dots + 2,04^2)}{3} - 4,66$$

$$= 0,1538$$

$$JKT = \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (0,38^2 + \dots + 0,69^2 - 4,66$$

$$= 0,1687$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= 0,1687 - 0,1538 - 0,0076$$

$$= 0,0073$$

Tabel 25. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis Kadar Serat Kasar

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,0076	0,0038	4,1392 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	0,1538	0,0385	42,0883*	3,84
Galat	8	0,0073	0,0009		
Total	14	0,1687			

Keterangan :

tn Tidak berpengaruh

* Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis kadar serat kasar produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berpengaruh nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 26. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Serat Kasar

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	0,42	a1	-					a
3,26	0,0569	0,46	a2	0,04 ^{tn}	-				a
3,39	0,0592	0,57	a3	0,15*	0,11*	-			b
3,47	0,0606	0,65	a4	0,23*	0,19*	0,08*	-		cd
3,52	0,0614	0,68	a5	0,26*	0,22*	0,11*	0,03 ^{tn}	-	d

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis kadar serat kasar kode perlakuan a1 tidak berbeda nyata dengan kode perlakuan a2, tetapi berbeda nyata dengan a3, a4 dan a5. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a1, tetapi berbeda nyata dengan a3, a4 dan a5. Kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a1, a2, a4 dan a5. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a5, a1, a2 dan a3. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a1, a2, a3 dan a4.

16.3 Hasil Analisis Kadar Protein Sereal Instan

Diketahui

Volume Blanko : 28,30 mL ~ 0,0283L

Faktor Pengenceran : 100/10

Faktor Koreksi : 6,25

Asam Oksalat : 0,065 gram

BE Oksalat : 63,035 gram

Volume NaOH : 10,60 mL

N NaOH : 0,0973

Tabel 27. Data Mentah Analisis Kadar Protein

Perlakuan	W Sampel (gram)	V Titration (L)	Kadar Nitrogen	Kadar Protein
Ulangan 1				
a1	2,020	0,0228	3,71	23,18
a2	2,013	0,0221	4,20	26,25
a3	2,017	0,0228	3,71	23,22
a4	2,015	0,0222	4,12	25,77
a5	2,011	0,0222	4,13	25,82
Ulangan 2				
a1	2,015	0,0227	3,79	23,66
a2	2,011	0,0222	4,13	25,82
a3	2,014	0,0228	3,72	23,25
a4	2,016	0,0223	4,05	25,34
a5	2,016	0,0224	3,99	24,92
Ulangan 3				
a1	2,018	0,0227	3,78	23,63
a2	2,011	0,0223	4,06	25,40
a3	2,019	0,0227	3,78	23,61
a4	2,014	0,0224	3,99	24,94
a5	2,016	0,0226	3,85	24,07

Contoh Perhitungan :

$$\text{Normalitas NaOH} = \frac{\text{Asam Oksalat} \times 1000}{\text{BE Oksalat} \times \text{Vol NaOH}}$$

$$= \frac{0,065 \times 1000}{63,035 \times 10,60}$$

$$0,0973 \text{ N}$$

Ulangan 1 Perlakuan 1

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nitrogen} &= \frac{(Vb - Vs) \times N_{NaOH} \times FP \times BE_{Nitrogen}}{\text{bobot sampel}} \times 100 \\ (\%) &= \frac{(0,0283 - 0,0228) \times 0,0973 \times 10 \times 14 \text{ g/mol}}{2,020} \times 100 \\ &= 3,71\% \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} (\%) &= 3,71 \times 6,25 \\ &= 23,18\% \end{aligned}$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\begin{aligned} \text{Kadar Nitrogen} &= \frac{(Vb - Vs) \times N_{NaOH} \times FP \times BE_{Nitrogen}}{\text{bobot sampel}} \times 100 \\ (\%) &= \frac{(0,0283 - 0,0221) \times 0,0973 \times 10 \times 14 \text{ g/mol}}{2,013} \times 100 \\ &= 4,20\% \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} (\%) &= 4,20 \times 6,25 \\ &= 26,25\% \end{aligned}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{23,18 + 26,25}{2} = 24,71\%$$

Dengan cara perhitungan kadar protein yang sama didapatkan bahwa hasil kadar protein seperti pada tabel 28.

Tabel 28. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Protein

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	23,18	23,66	23,63	70,47	23,49
a2	26,22	25,82	25,40	77,45	25,82
a3	23,22	23,25	23,61	70,08	23,36
a4	25,77	25,34	24,94	76,05	25,35
a5	25,82	24,92	24,07	74,81	24,94
Total Kelompok	124,22	122,99	121,65	368,86	
Rata-Rata	24,84	24,60	24,33	73,77	

Perhitungan ANAVA Kadar Protein Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(368,86^2)}{3 \times 5} \\
 &= 9070,62 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - \text{FK} \\
 &= \frac{(124,22^2 + 122,99^2 + 121,65^2)}{5} - 9070,62 \\
 &= 0,66 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(70,47^2 + \dots^2 + 74,81^2)}{3} - 9070,62 \\
 &= 14,78 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (23,18^2 + \dots + 24,07^2 - 9070,62) \\
 &= 17,25 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 17,25 - 14,78 - 0,66 \\
 &= 1,80
 \end{aligned}$$

Tabel 29. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis Kadar Protein

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,66	0,33	1,46 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	14,78	3,70	16,38*	3,84
Galat	8	1,80	0,23		
Total	14	17,25			

Keterangan :

tn

Tidak berpengaruh

*

Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis kadar protein produk sereal instan diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ yang berarti berpengaruh nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 30. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Protein

SSR 5%	LSR 5%	Rata- Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	23,36	a3	-					a
3,26	0,8939	23,49	a1	0,13 ^{tn}	-				a
3,39	0,9296	24,94	a5	1,58*	1,45*	-			b
3,47	0,9515	25,35	a4	1,99*	1,86*	0,41 ^{tn}	-		b
3,52	0,9652	25,82	a2	2,46*	2,33*	0,88 ^{tn}	0,47 ^{tn}	-	b

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis kadar protein kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan kode perlakuan a1, tetapi berbeda nyata dengan a5, a4 dan a2. Kode perlakuan a1 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a5, a4 dan a2. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a4 dan a5, tetapi berbeda nyata dengan a3 dan a1. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a2 dan a5, tetapi berbeda nyata dengan a3 dan a1. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a5 dan a4, tetapi berbeda nyata dengan a3 dan a1.

16.4 Hasil Analisis Kadar Lemak Sereal Instan

Tabel 31. Data Mentah Analisis Kadar Lemak

Perlakuan	W Sampel (gram)	W Labu (gram)	W Labu + Lemak (gram)	Kadar Lemak (%)
Ulangan 1				
a1	5,077	108,376	108,879	9,91
a2	5,070	108,465	108,842	7,44
a3	5,071	108,384	108,842	9,03
a4	5,072	108,401	108,854	8,93
a5	5,074	108,373	108,871	9,81
Ulangan 2				
a1	5,056	108,378	108,862	9,57
a2	5,052	108,466	108,844	7,48
a3	5,055	108,381	108,844	9,16
a4	5,057	108,405	108,855	8,90
a5	5,051	108,375	108,853	9,46
Ulangan 3				
a1	5,066	108,375	108,866	9,69
a2	5,065	108,474	108,842	7,27
a3	5,064	108,389	108,841	8,93
a4	5,063	108,401	108,857	9,01
a5	5,062	108,439	108,901	9,13

Contoh Perhitungan :**Ulangan 1 Perlakuan 1**

$$\begin{aligned} \text{Kadar Lemak (\%)} &= \frac{(W_1 - W_0)}{W \text{ Sampel}} \times 100 \\ &= \frac{(108,879 - 108,376)}{5,077} \times 100 \\ &= 9,91 \% \end{aligned}$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\begin{aligned} \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{(W_1 - W_0)}{W \text{ Sampel}} \times 100 \\ &= \frac{(108,842 - 108,465)}{5,070} \times 100 \\ &= 7,44 \% \end{aligned}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{9,91 + 7,44}{2} = 8,68 \%$$

Dengan cara perhitungan kadar lemak yang sama didapatkan bahwa hasil kadar lemak seperti pada tabel 33.

Tabel 32. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Lemak

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	9,91	9,57	9,69	29,17	9,72
a2	7,44	7,48	7,27	22,18	7,39
a3	9,03	9,16	8,93	27,12	9,04
a4	8,93	8,90	9,01	26,84	8,95
a5	9,81	9,46	9,13	28,41	9,47
Total Kelompok	45,12	44,58	44,02	133,71	
Rata-Rata	9,02	8,92	8,80	26,74	

Perhitungan ANAVA Kadar Lemak Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(133,71^2)}{3 \times 5} \\
 &= 1.191,97 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - \text{FK} \\
 &= \frac{(45,12^2 + 44,58^2 + 44,02^2)}{5} - 1.191,97 \\
 &= 0,12 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(29,17^2 + \dots + 28,41^2)}{3} - 1.191,97 \\
 &= 9,87 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (9,91^2 + \dots + 9,13^2 - 1.191,97) \\
 &= 10,22 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 10,22 - 9,87 - 0,12 \\
 &= 0,23
 \end{aligned}$$

Tabel 33. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis Kadar Lemak

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,12	0,06	2,11 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	9,87	2,47	85,18*	3,84
Galat	8	0,23	0,03		
Total	14	10,22			

Keterangan :

tn Tidak berpengaruh

* Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis kadar lemak produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 34. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Lemak

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	9,72	a1	-					a
3,26	0,32	7,39	a2	2,33*	-				b
3,39	0,33	9,04	a3	0,69*	1,64*	-			c
3,47	0,34	8,95	a4	0,78*	1,55*	0,09 ^{tn}	-		c
3,52	0,35	9,47	a5	0,26 ^{tn}	2,07*	0,43*	0,52*	-	d

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis kadar lemak kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan kode perlakuan a2,a3,a4 dan a5. Kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a1,a3,a4 dan a5. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a4, tetapi berbeda nyata dengan a5, a1,a2 dan a3. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a5, a1, a2 dan a3. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a1, a2, a3 dan a4.

16.5 Hasil Analisis Kadar Abu Sereal Instan

Tabel 35. Data Mentah Analisis Kadar Abu

Perlakuan	W Sampel	W Cawan Kosong Konstan	W Cawan + Abu	Kadar Abu (%)
Ulangan 1				
a1	1,039	26,521	26,561	3,85
a2	1,029	26,596	26,629	3,21
a3	1,033	27,017	27,051	3,29
a4	1,035	26,013	26,048	3,38
a5	1,051	26,623	26,661	3,62
Ulangan 2				
a1	1,022	26,519	26,557	3,72
a2	1,025	26,503	26,536	3,22
a3	1,03	27,039	27,073	3,30
a4	1,028	26,019	26,054	3,40
a5	1,033	26,626	26,664	3,68
Ulangan 3				
a1	1,035	26,519	26,558	3,77
a2	1,037	26,506	26,541	3,38
a3	1,033	27,046	27,081	3,39
a4	1,033	26,018	26,053	3,39
a5	1,036	26,625	26,664	3,76

Contoh Perhitungan :**Ulangan 1 Perlakuan 1**

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Abu (\%)} &= \frac{(\text{bobot cawan dan abu} - \text{bobot cawan kosong konstan})}{\text{bobot sampel}} \times 100 \\
 &= \frac{(26,561 - 26,521)}{1,039} \times 100 \\
 &= 3,85 \%
 \end{aligned}$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air (\%)} &= \frac{(\text{bobot cawan dan abu} - \text{bobot cawan kosong konstan})}{\text{bobot sampel}} \times 100 \\
 &= \frac{(26,629 - 26,596)}{1,029} \times 100 \\
 &= 3,21 \%
 \end{aligned}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{3,85 + 3,21}{2} = 3,53\%$$

Dengan cara perhitungan kadar abu yang sama didapatkan bahwa hasil kadar abu seperti pada tabel 36.

Tabel 36. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Abu

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	3,85	3,72	3,77	11,34	3,78
a2	3,21	3,22	3,38	9,80	3,27
a3	3,29	3,30	3,39	9,98	3,33
a4	3,38	3,40	3,39	10,17	3,39
a5	3,62	3,68	3,76	11,06	3,69
Total Kelompok	17,35	17,32	17,68	52,35	
Rata-Rata	3,47	3,46	3,54	10,47	

Perhitungan ANAVA Kadar Abu Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(52,35^2)}{3 \times 5} \\
 &= 182,71 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - \text{FK} \\
 &= \frac{(17,35^2 + 17,32^2 + 17,68^2)}{5} - 182,71 \\
 &= 0,02 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(11,34^2 + \dots + 11,06^2)}{3} - 182,71 \\
 &= 0,62 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (3,85^2 + \dots + 3,76^2 - 182,71) \\
 &= 0,67 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 0,67 - 0,62 - 0,02 \\
 &= 0,03
 \end{aligned}$$

Tabel 37. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Kadar Abu

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,02	0,0082	2,42 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	0,62	0,1559	46,02*	3,84
Galat	8	0,03	0,0034		
Total	14	0,67			

Keterangan :

tn

Tidak berpengaruh

*

Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANOVA dapat disimpulkan dalam analisis kadar lemak produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 38. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Abu

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	3,27	a2	-					a
3,26	0,1095	3,33	a3	0,06 ^{tn}	-				ab
3,39	0,1139	3,39	a4	0,12*	0,06 ^{tn}	-			b
3,47	0,1166	3,69	a5	0,42*	0,36*	0,29*	-		c
3,52	0,1183	3,78	a1	0,51*	0,45*	0,39*	0,09 ^{tn}	-	c

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis kadar abu kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan kode perlakuan a3, a4, a5 dan a1. Kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a2, a4, a5 dan a1. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a2, a3, a5 dan a1. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a1, tetapi berbeda nyata dengan a2, a3 dan a4. Kode perlakuan a1 tidak berbeda nyata dengan a5, tetapi berbeda nyata dengan a2, a3 dan a4.

16.6 Hasil Analisis Kadar Karbohidrat Sereal Instan

Tabel 39. Data Mentah Analisis Kadar Karbohidrat

Perlakuan	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Serat Kasar (%)	Kadar Karbohidrat(%)
Ulangan 1						
a1	23,18	9,91	2,65	3,85	0,38	60,03
a2	26,22	7,44	2,73	3,21	0,40	60,01
a3	23,22	9,03	2,84	3,29	0,56	61,07
a4	25,77	8,93	2,87	3,38	0,64	58,40
a5	25,82	9,81	2,88	3,62	0,66	57,20
Ulangan 2						
a1	23,66	9,57	2,64	3,72	0,39	60,01
a2	25,82	7,48	2,74	3,22	0,50	60,24
a3	23,25	9,16	2,83	3,30	0,57	60,89
a4	25,34	8,90	2,77	3,40	0,65	58,94
a5	24,92	9,46	2,89	3,68	0,68	58,37
Ulangan 3						
a1	23,63	9,69	2,33	3,77	0,49	60,09
a2	25,40	7,27	2,74	3,38	0,50	60,72
a3	23,61	8,93	2,61	3,39	0,58	60,88
a4	24,94	9,01	2,52	3,39	0,66	59,48
a5	24,07	9,13	2,98	3,76	0,69	59,37

Contoh Perhitungan :**Ulangan 1 Perlakuan 1**

Kadar Karbohidrat $100\% - (\text{Air} + \text{Abu} + \text{Lemak} + \text{Protein} + \text{Serat})$
 (%) =

$$100\% - (2,65 + 3,85 + 9,91 + 23,18 + 0,38) \\ 60,03\%$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

Kadar Air (%) = $100\% - (\text{Air} + \text{Abu} + \text{Lemak} + \text{Protein} + \text{Serat})$
 $100\% - (2,73 + 3,21 + 7,44 + 26,22 + 0,40)$
 60,01 %

Rata-Rata $\frac{60,03 + 60,01}{2} = 60,02\%$

Dengan cara perhitungan kadar karbohidrat yang sama didapatkan bahwa hasil kadar karbohidrat seperti pada tabel 40.

Tabel 40. Hasil Rata-Rata Analisis Kadar Karbohidrat

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	60,03	60,01	60,09	180,13	60,04
a2	60,01	60,24	60,72	180,97	60,32
a3	61,07	60,89	60,88	182,83	60,94
a4	58,40	58,94	59,48	176,82	58,94
a5	57,20	58,37	59,37	174,94	58,31
Total Kelompok	296,71	298,44	300,55	895,70	
Rata-Rata	59,34	59,69	60,11	179,14	

Perhitungan ANAVA Kadar Karbohidrat Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(895,70^2)}{3 \times 5} \\
 &= 53.485,23 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - FK \\
 &= \frac{(296,71^2 + 298,44^2 + 300,55^2)}{5} - 53.485,23 \\
 &= 1,48 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - FK \\
 &= \frac{(180,13^2 + \dots^2 + 11,06^2)}{3} - 53.485,23 \\
 &= 0,62 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (3,85^2 + \dots + 3,76^2 - 53.485,23) \\
 &= 0,67 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 0,67 - 0,62 - 0,02 \\
 &= 0,03
 \end{aligned}$$

Tabel 41. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis Kadar Karbohidrat

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	1,48	0,74	3,34 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	13,66	3,42	15,45*	3,84
Galat	8	1,77	0,22		
Total	14	16,91			

Keterangan :

tn Tidak berpengaruh

* Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANOVA dapat disimpulkan dalam analisis kadar karbohidrat produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 42. Uji Lanjut Duncan Analisis Kadar Karbohidrat

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	58,31	a5	-					a
3,26	0,88	58,94	a4	0,62 ^{tn}	-				a
3,39	0,92	60,04	a1	1,73*	1,10*	-			b
3,47	0,94	60,32	a2	2,01*	1,38*	0,28 ^{tn}	-		b
3,52	0,96	60,94	a3	2,63*	2,01*	0,90 ^{tn}	0,62 ^{tn}	-	b

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis kadar karbohidrat kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a4, tetapi berbeda nyata dengan a1, a2 dan a3. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a5, tetapi berbeda nyata dengan a1, a2 dan a3. Kode perlakuan a1 tidak berbeda nyata dengan a2 dan a3, tetapi berbeda nyata dengan a4 dan a5. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a1 dan a3, tetapi berbeda nyata dengan a4 dan a5. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a1 dan a2. tetapi berbeda nyata dengan a4 dan a5.

16.6 Hasil Analisis Total Energi Sereal Instan

Tabel 43. Data Mentah Analisis Total Energi

Perlakuan	Protein (Gram)	Lemak (Gram)	Karbohidrat (Gram)	Total Energi (kkal/35ram)
Ulangan 1				
a1	8,11	3,47	21,01	147,71
a2	9,18	2,60	21,00	144,15
a3	8,13	3,16	21,37	146,45
a4	9,02	3,13	20,44	145,97
a5	9,04	3,44	20,02	147,15
Ulangan 2				
a1	8,28	3,35	21,00	147,30
a2	9,04	2,62	21,08	144,05
a3	8,14	3,21	21,31	146,64
a4	8,87	3,11	20,63	146,02
a5	8,72	3,31	20,43	146,41
Ulangan 3				
a1	8,27	3,39	21,03	147,73
a2	8,89	2,54	21,25	143,46
a3	8,26	3,12	21,31	146,41
a4	8,73	3,15	20,82	146,56
a5	8,43	3,19	20,78	145,57

Contoh Perhitungan :**Ulangan 1 Perlakuan 1**

$$\text{Protein} = \frac{35}{100} \times 23,18 = 8,11 \text{ gram}$$

$$\text{Lemak} = \frac{35}{100} \times 9,91 = 3,47 \text{ gram}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{35}{100} \times 60,03 = 21,01 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Energi} &= (\text{Protein} \times 4) + (\text{Lemak} \times 9) + (\text{Karbohidrat} \times 4) \\ (\text{kkal/35 gram}) &= (8,11 \times 4) + (3,47 \times 9) + (21,01 \times 4) \\ &= 147,71 \text{ kkal/35 gram} \end{aligned}$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\text{Protein} = \frac{35}{100} \times 26,25 = 9,18 \text{ gram}$$

$$\text{Lemak} = \frac{35}{100} \times 7,44 = 2,60 \text{ gram}$$

$$\text{Karbohidrat} = \frac{35}{100} \times 60,01 = 21,00 \text{ gram}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Energi} &= (\text{Protein} \times 4) + (\text{Lemak} \times 9) + (\text{Karbohidrat} \times 4) \\
 (\text{kcal}/35 \text{ gram}) &= (9,19 \times 4) + (2,60 \times 9) + (21,00 \times 4) \\
 &= 144,15 \text{ kcal}/35 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan kadar karbohidrat yang sama didapatkan bahwa hasil analisis total energi seperti pada tabel 44.

Tabel 44. Hasil Rata-Rata Analisis Total Energi

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	147,71	147,30	147,73	442,73	147,58
a2	144,15	144,05	143,46	431,66	143,89
a3	146,45	146,64	146,41	439,50	146,50
a4	145,97	146,02	146,56	438,55	146,18
a5	147,15	146,41	145,57	439,13	146,38
Total Kelompok	731,42	730,42	729,73	2191,58	
Rata-Rata	146,28	146,08	145,95	438,32	

Perhitungan ANAVA Analisis Total Energi Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(2191,58^2)}{3 \times 5} = 320.201,46 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - \text{FK} \\
 &= \frac{(731,42^2 + 730,42^2 + 729,73^2)}{5} - 320.201,46 \\
 &= 0,29 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(442,73^2 + \dots + 439,13^2)}{3} - 320.201,46 \\
 &= 21,95 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (147,71^2 + \dots + 145,57^2 - 320.201,46) \\
 &= 23,84 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 23,84 - 21,95 - 0,29 = 1,60
 \end{aligned}$$

Tabel 45. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis Total Energi

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,29	0,14	0,73 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	21,95	5,49	27,50*	3,84
Galat	8	1,60	0,20		
Total	14	23,84			

Keterangan :

tn Tidak berpengaruh

* Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis total energi produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 46. Uji Lanjut Duncan Analisis Total Energi

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	143,89	a2	-					a
3,26	0,84	146,18	a4	2,30*	-				b
3,39	0,87	146,38	a5	2,49*	0,19 ^{tn}	-			b
3,47	0,89	146,50	a3	2,61*	0,31 ^{tn}	0,12 ^{tn}	-		b
3,52	0,91	147,58	a1	3,69*	1,39*	1,20*	1,08*	-	c

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis total energi kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a4, a5, a3 dan a1. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a5 dan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1 dan a2. Kode perlakuan a5 tidak berbeda nyata dengan a4 dan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1 dan a2. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a4 dan a5, tetapi berbeda nyata dengan a1 dan a2. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a2, a4, a5 dan a3.

Lampiran 17. Data dan Hasil Analisis Respon Fisik

17.1 Hasil Analisis Densitas Kamba (*Bulk Density*)

Tabel 47. Data Mentah Analisis *Bulk Density*

Perlakuan	Volume Gelas Ukur (mL)	W Sampel Akhir (gram)	<i>Bulk Density</i> (g/mL)
Ulangan 1			
a1	25	17,55	0,70
a2	25	19,95	0,80
a3	25	19,84	0,79
a4	25	19,55	0,78
a5	25	17,32	0,69
Ulangan 2			
a1	25	17,73	0,71
a2	25	19,92	0,80
a3	25	19,81	0,79
a4	25	19,45	0,78
a5	25	17,29	0,69
Ulangan 3			
a1	25	17,75	0,71
a2	25	19,76	0,79
a3	25	19,67	0,79
a4	25	19,29	0,77
a5	25	17,42	0,70

Contoh Perhitungan :

Ulangan 1 Perlakuan 1

$$\begin{aligned} \text{Bulk Density} &= \frac{\text{berat sampel (gram)}}{\text{volume sampel (mL)}} \\ (\text{g/mL}) (\rho_b) &= \frac{17,55}{25} = 0,70 \text{ g/mL} \end{aligned}$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\begin{aligned} \text{Bulk Density} &= \frac{\text{berat sampel (gram)}}{\text{volume sampel (mL)}} \\ (\text{g/mL}) (\rho_b) &= \frac{19,95}{25} = 0,80 \text{ g/mL} \end{aligned}$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{0,70 + 0,80}{2} = 0,75 \text{ g/mL}$$

Dengan cara perhitungan *bulk density* yang sama didapatkan bahwa hasil analisis *bulk density* seperti pada tabel 48.

Tabel 48. Hasil Rata-Rata Analisis *Bulk Density*

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	0,70	0,71	0,71	2,12	0,71
a2	0,80	0,80	0,79	2,39	0,80
a3	0,79	0,79	0,79	2,37	0,79
a4	0,78	0,78	0,77	2,33	0,78
a5	0,69	0,69	0,70	2,08	0,69
Total Kelompok	3,77	3,77	3,76	11,29	
Rata-Rata	0,75	0,75	0,75	2,26	

Perhitungan ANAVA Analisis *Bulk Density* Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(11,29^2)}{3 \times 5} \\
 &= 8,50 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - \text{FK} \\
 &= \frac{(3,77^2 + 3,77^2 + 3,76^2)}{5} - 8,50 \\
 &= 0,00002 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - \text{FK} \\
 &= \frac{(2,12^2 + \dots^2 + 2,08^2)}{3} - 8,50 \\
 &= 0,02825 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - \text{FK} \\
 &= (0,70^2 + \dots + 0,70^2 - 8,50) \\
 &= 0,02842 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 0,02842 - 0,02825 - 0,00002 \\
 &= 0,00015
 \end{aligned}$$

Tabel 49. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis *Bulk Density*

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,00002	0,000011	0,58 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	0,02825	0,007062	392,33*	3,84
Galat	8	0,00015	0,000018		
Total	14	0,02842			

Keterangan :

tn

Tidak berpengaruh

*

Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANOVA dapat disimpulkan dalam analisis *bulk density* produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan..

Tabel 50. Uji Lanjut Duncan Analisis *Bulk Density*

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	0,69	a5	-					a
3,26	0,00807	0,71	a1	0,0133*	-				b
3,39	0,00840	0,78	a4	0,0835*	0,0701*	-			c
3,47	0,00859	0,79	a3	0,0972*	0,0137*	0,0137*	-		d
3,52	0,00872	0,80	a2	0,1013*	0,0880*	0,0179*	0,0041 ^{tn}	-	d

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis *bulk density* kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a1, a4, a3 dan a2. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a5, a4, a3 dan a2. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a5, a1, a3 dan a2. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a2, tetapi berbeda nyata dengan a5, a1 dan a4. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a5, a1 dan a4.

17.2 Hasil Analisis Densitas Mampat (*Tapped Density*)Tabel 51. Data Mentah Analisis *Tapped Density*

Perlakuan	Volume Gelas Ukur (mL)	W Sampel Akhir (gram)	<i>Tapped Density</i> (g/mL)
Ulangan 1			
a1	25	22,32	0,89
a2	25	22,55	0,90
a3	25	22,67	0,91
a4	25	22,45	0,90
a5	25	23,20	0,93
Ulangan 2			
a1	25	22,33	0,89
a2	25	22,98	0,92
a3	25	22,39	0,90
a4	25	22,60	0,90
a5	25	23,35	0,93
Ulangan 3			
a1	25	22,59	0,90
a2	25	22,97	0,92
a3	25	22,62	0,90
a4	25	22,87	0,91
a5	25	23,54	0,94

Contoh Perhitungan :**Ulangan 1 Perlakuan 1**

$$\text{Tapped Density (g/mL)} (\rho_{\tau}) = \frac{\text{berat sampel (gram)}}{\text{volume akhir pengetapan (mL)}}$$

$$\frac{22,32}{25} = 0,89 \text{ g/mL}$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\text{Tapped Density (g/mL)} (\rho_{\tau}) = \frac{\text{berat sampel (gram)}}{\text{volume akhir pengetapan (mL)}}$$

$$\frac{22,55}{25} = 0,90 \text{ g/mL}$$

$$\text{Rata-Rata} \quad \frac{0,89 + 0,90}{2} = 0,90 \text{ g/mL}$$

Dengan cara perhitungan *tapped density* yang sama didapatkan bahwa hasil analisis *tapped density* seperti pada tabel 55.

Tabel 52. Hasil Rata-Rata Analisis *Tapped Density*

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	0,89	0,89	0,90	2,69	0,8965
a2	0,90	0,92	0,92	2,74	0,9133
a3	0,91	0,90	0,90	2,71	0,9024
a4	0,90	0,90	0,91	2,72	0,9056
a5	0,93	0,93	0,94	2,80	0,9345
Total Kelompok	4,53	4,55	4,58	13,66	
Rata-Rata	0,91	0,91	0,92	2,73	

Perhitungan ANAVA Analisis *Tapped Density* Sereal Instan

$$FK = \frac{(Total\ data\ transformasi^2)}{\sum ulangan \times \sum sampel}$$

$$= \frac{(13,66^2)}{3 \times 5}$$

$$= 12,43$$

$$JKK = \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - FK$$

$$= \frac{(4,53^2 + 4,55^2 + 4,58^2)}{5} - 12,43$$

$$= 0,00033$$

$$JKP = \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - FK$$

$$= \frac{(2,69^2 + \dots + 2,80^2)}{3} - 12,43$$

$$= 0,00261$$

$$JKT = \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (0,89^2 + \dots + 0,94^2 - 12,43$$

$$= 0,00319$$

$$JKG = JKT - JKP - JKK$$

$$= 0,00319 - 0,00261 - 0,00033$$

$$= 0,00025$$

Tabel 53. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis *Tapped Density*

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,00033	0,000163	5,19*	4,46
Perlakuan	4	0,00261	0,000653	20,80*	3,84
Galat	8	0,00025	0,000031		
Total	14	0,00319			

Keterangan :

tn Tidak berpengaruh

* Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis *tapped density* produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 54. Uji Lanjut Duncan Analisis *Tapped Density*

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	0,8965	a1	-					a
3,26	0,0105	0,9024	a3	0,0059 ^{tn}	-				ab
3,39	0,0110	0,9056	a4	0,0091 ^{tn}	0,0032 ^{tn}	-			ab
3,47	0,0112	0,9133	a2	0,0168*	0,0077 ^{tn}	0,0077 ^{tn}	-		b
3,52	0,0114	0,9345	a5	0,0380*	0,0321*	0,0289*	0,0212*	-	c

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis *tapped density* kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a3, a4, a2 dan a5. Kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a4, tetapi berbeda nyata dengan a1, a2 dan a5. Kode perlakuan a4 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1, a2 dan a5. Kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a1, a3, a4 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a1, a3, a4 dan a2.

17.3 Hasil Analisis *Flowability*

Tabel 55. Hubungan Indeks Kompresibilitas dan Rasio Hausner dengan Sifat Alir

Indeks Kompresibilitas (%)	Rasio Hausner	Sifat Alir
< 10	1,00-1,11	Istimewa
11-15	1,12-1,18	Baik
16-20	1,19-1,25	Cukup baik
21-25	1,26-1,34	Agak baik
26-31	1,35-1,45	Buruk
32-37	1,46-1,59	Sangat buruk
>38	>1,60	Sangat buruk sekali

Sumber: USP, 2007

Tabel 56. Data Mentah Analisis *Flowability*

Perlakuan	Bulk Density (g/mL)	Tapped Density (g/mL)	CarrIndex (CI)	Hausner Ratio (HR)
Ulangan 1				
P1	0,70	0,89	21,35	1,27
P2	0,80	0,90	11,11	1,13
P3	0,79	0,91	12,48	1,14
P4	0,78	0,90	12,92	1,15
P5	0,69	0,93	25,34	1,34
Ulangan 2				
P1	0,71	0,89	20,60	1,26
P2	0,80	0,92	13,32	1,15
P3	0,79	0,90	11,52	1,13
P4	0,78	0,90	13,94	1,16
P5	0,69	0,93	25,95	1,35
Ulangan 3				
P1	0,71	0,90	21,43	1,27
P2	0,79	0,92	13,97	1,16
P3	0,79	0,90	13,04	1,15
P4	0,77	0,91	15,65	1,19
P5	0,70	0,94	26,00	1,35

Contoh Perhitungan :**Ulangan 1 Perlakuan 1**

$$CarrIndex(CI) = \frac{\rho\tau - \rho b}{\rho\tau} \times 100$$

$$\frac{0,89 - 0,70}{25} \times 100 = 21,35\%$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$CarrIndex(CI) = \frac{\rho\tau - \rho b}{\rho\tau} \times 100$$

$$\frac{0,90 - 0,80}{0,90} \times 100 = 11,11 \%$$

$$\text{Rata-Rata} = \frac{21,35 + 11,11}{2} = 16,23$$

Dengan cara perhitungan *tapped density* yang sama didapatkan bahwa hasil analisis *tapped density* seperti pada tabel 57.

Tabel 57. Hasil Analisis Rata-Rata *Flowability* berdasarkan *CarrIndex(CI)*

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	21,37	20,60	21,43	63,40	21,13
a2	11,53	13,32	13,97	38,82	12,94
a3	12,48	11,52	13,04	37,05	12,35
a4	12,92	13,94	15,65	42,51	14,17
a5	25,34	25,95	26,00	77,30	25,77
Total Kelompok	83,65	85,33	90,09	259,07	
Rata-Rata	16,73	17,07	18,02	51,81	

Perhitungan ANAVA Analisis *Flowability (CarrIndex)* Sereal Instan

$$FK = \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}}$$

$$= \frac{(259,07^2)}{3 \times 5}$$

$$= 4474,50$$

$$JKK = \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - FK$$

$$= \frac{(83,65^2 + 85,33^2 + 90,09^2)}{5} - 4474,50$$

$$= 4,47$$

$$JKP = \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - FK$$

$$= \frac{(63,40^2 + \dots^2 + 77,30^2)}{3} - 4474,50$$

$$= 418,98$$

$$JKT = \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK$$

$$= (21,37^2 + \dots + 26,00^2 - 4474,50)$$

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	4,47	2,24	$4,04^{tn}$	4,46
Perlakuan	4	418,98	104,74	189,42*	3,84
Galat	8	4,42	0,55		
Total	14	427,87			

tn	Tidak berpengaruh
*	Berpengaruh

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis *Carr Index* (*CI*) produk sereal instan diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ 5% yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

SSR 5%	LSR 5%	Rata- Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	12,349	a3	-					a
3,26	1,40	12,940	a2	0,59 ^{tn}	-				ab
3,39	1,46	14,170	a4	1,82*	1,23 ^{tn}	-			b
3,47	1,49	21,132	a1	8,78*	6,96*	6,96*	-		c
3,52	1,51	25,765	a5	13,42*	12,83*	11,60*	4,63*	-	d

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis *flowability* berdasarkan *carrindex* kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a2, a4, a1 dan a5. Kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a3, a4, a1 dan a5. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a3, a2, a1 dan a5. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a1.

Contoh Perhitungan :**Ulangan 1 Perlakuan 1**

$$\begin{aligned} \text{Ratio Hausner} & \frac{\rho\tau}{\rho b} \\ (\text{HR}) &= \\ & \frac{0,89}{0,70} = 1,27 \end{aligned}$$

Ulangan 1 Perlakuan 2

$$\begin{aligned} \text{Ratio Hausner} & \frac{\rho\tau}{\rho b} \\ (\text{HR}) &= \\ & \frac{0,90}{0,80} = 1,13 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan *Ratio Hausner* yang sama didapatkan bahwa hasil analisis *Ratio Hausner* seperti pada tabel 62.

Tabel 60. Hasil Analisis Rata-Rata *Flowability* berdasarkan *Ratio Hausner* (HR)

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	1,27	1,26	1,27	3,80	1,27
a2	1,13	1,15	1,16	3,45	1,15
a3	1,14	1,13	1,15	3,42	1,14
a4	1,15	1,16	1,19	3,50	1,17
a5	1,34	1,35	1,35	4,04	1,35
Total Kelompok	6,03	6,06	6,12	18,21	
Rata-Rata	1,21	1,21	1,22	3,64	

Perhitungan ANAVA Analisis *Flowability* (HR) Sereal Instan

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\ &= \frac{(18,21^2)}{3 \times 5} \\ &= 22,11 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - \text{FK} \\ &= \frac{(6,03^2 + 6,06^2 + 6,12^2)}{5} - 22,111 \\ &= 0,0009 \end{aligned}$$

$$\text{JKP} = \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - \text{FK}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(3,80^2 + \dots^2 + 4,04^2)}{3} - 22,11 \\
 &= 0,0978 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (1,27^2 + \dots + 1,35^2 - 22,11) \\
 &= 0,0994 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 0,0994 - 0,0978 - 0,0009 \\
 &= 0,0008
 \end{aligned}$$

Tabel 61. Analisis Variansi (ANOVA) Analisis *Ratio Hausner* (HR)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,0009	0,0004	4,33 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	0,0978	0,0244	245,80*	3,84
Galat	8	0,0008	0,0001		
Total	14	0,0994			

Keterangan :

tn

Tidak berpengaruh

*

Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANOVA dapat disimpulkan dalam analisis *ratio hausner* produk sereal instan diketahui bahwa F hitung > F tabel 5% yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 62. Uji Lanjut Duncan Analisis Flowability berdasarkan *Ratio Hausner*

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	1,14	a3	-					a
3,26	0,0188	1,15	a2	0,0078 ^{tn}	-				ab
3,39	0,0195	1,17	a4	0,0243*	0,0165 ^{tn}	-			b
3,47	0,0200	1,27	a1	0,1270*	0,1027*	0,1027*	-		c
3,52	0,0203	1,35	a5	0,2062*	0,1983*	0,1818*	0,0791*	-	d

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis *flowability* berdasarkan *ratio hausner* kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a2, a4, a1 dan a5. Kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a3, a4, a1 dan a5. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a3, a2, a1 dan a5. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a1.



17.4 Hasil Analisis *Wettability*Tabel 63. Data Mentah Analisis *Wettability*

Perlakuan	W Sampel (gram)	<i>Wettability</i> (detik)
Ulangan 1		
P1	1,083	13,33
P2	1,071	10,28
P3	1,053	12,14
P4	1,062	17,27
P5	1,064	19,08
Ulangan 2		
P1	1,081	13,32
P2	1,072	10,23
P3	1,055	12,15
P4	1,064	17,25
P5	1,067	19,06
Ulangan 3		
P1	1,085	13,35
P2	1,076	10,21
P3	1,059	12,13
P4	1,067	17,26
P5	1,069	19,99

Tabel 64. Hasil Analisis Rata-Rata *Wettability*

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	13,33	13,32	13,35	40,00	13,33
a2	10,28	10,23	10,21	30,72	10,24
a3	12,14	12,15	12,13	36,42	12,14
a4	17,27	17,25	17,26	51,78	17,26
a5	19,08	19,06	19,99	58,13	19,38
Total Kelompok	72,10	72,01	72,94	217,05	
Rata-Rata	14,42	14,40	14,59	43,41	

Perhitungan ANAVA Analisis *Wettability* Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(217,05^2)}{3 \times 5} \\
 &= 3140,71 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - FK \\
 &= \frac{(72,10^2 + 72,01^2 + 72,94^2)}{5} - 3140,71 \\
 &= 0,11 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - FK \\
 &= \frac{(40,00^2 + \dots^2 + 58,13^2)}{3} - 3140,71 \\
 &= 169,42 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (13,33^2 + \dots + 19,99^2 - 3140,71) \\
 &= 169,99 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 169,99 - 169,42 - 0,11 \\
 &= 0,46
 \end{aligned}$$

Tabel 65. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis *wettability*

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,11	0,05	0,91 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	169,42	42,35	732,32*	3,84
Galat	8	0,46	0,06		
Total	14	169,99			

Keterangan :

tn

Tidak berpengaruh

*

Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis *wettability* produk sereal instan diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 66. Uji Lanjut Duncan Analisis Flowability berdasarkan *Wettability*

SSR 5%	LSR 5%	Rata- Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	10,24	a2	-					a
3,26	0,45	12,14	a3	1,90*	-				b
3,39	0,47	13,33	a1	3,09*	1,19*	-			c
3,47	0,48	17,26	a4	7,02*	3,93*	3,93*	-		d
3,52	0,49	19,38	a5	9,14*	7,24*	6,04*	2,12*	-	e

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis *wettability* kode perlakuan a2 berbeda nyata dengan a3, a1, a4 dan a5. Kode perlakuan a3 berbeda nyata dengan a2, a1, a4 dan a5. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a2, a3, a4 dan a5. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a2, a3, a1 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a1.

17.5 Hasil Analisis *Solubility*Tabel 67. Data Mentah Analisis *Solubility*

Perlakuan	W Sampel (gram)	<i>Solubility</i> (detik)
Ulangan 1		
P1	2,003	11,19
P2	2,005	10,11
P3	2,008	10,04
P4	2,007	15,21
P5	2,009	17,15
Ulangan 2		
P1	2,004	11,17
P2	2,006	10,08
P3	2,01	10,05
P4	2,011	15,22
P5	2,008	17,16
Ulangan 3		
P1	2,005	11,11
P2	2,009	10,09
P3	2,012	10,06
P4	2,014	15,21
P5	2,015	17,18

Tabel 68. Hasil Analisis Rata-Rata *Solubility*

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata Perlakuan
	1	2	3		
a1	11,19	11,17	11,11	33,47	11,16
a2	10,11	10,08	10,09	30,28	10,09
a3	10,04	10,05	10,06	30,15	10,05
a4	15,21	15,22	15,21	45,64	15,21
a5	17,15	17,16	17,18	51,49	17,16
Total Kelompok	63,70	63,68	63,65	191,03	
Rata-Rata	12,74	12,74	12,73	38,21	

Perhitungan ANAVA Analisis *Solubility* Sereal Instan

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{(\text{Total data transformasi}^2)}{\sum \text{ulangan} \times \sum \text{sampel}} \\
 &= \frac{(191,03^2)}{3 \times 5} \\
 &= 2432,83 \\
 \text{JKK} &= \frac{(\sum K_1^2 + K_2^2 + \dots + K_n^2)}{t} - FK \\
 &= \frac{(63,70^2 + 63,68^2 + 63,65^2)}{5} - 2432,83 \\
 &= 0,0003 \\
 \text{JKP} &= \frac{(\sum P_1^2 + P_2^2 + \dots + P_n^2)}{r} - FK \\
 &= \frac{(33,47^2 + \dots^2 + 51,49^2)}{3} - 2432,83 \\
 &= 127,2931 \\
 \text{JKT} &= \sum_{i,j} Y_{ij}^2 - FK \\
 &= (11,19^2 + \dots + 17,18^2 - 2432,83) \\
 &= 127,2978 \\
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKP} - \text{JKK} \\
 &= 127,2978 - 127,2931 - 0,0003 \\
 &= 0,0044
 \end{aligned}$$

Tabel 69. Analisis Variansi (ANAVA) Analisis *Solubility*

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,0003	0,0001	0,23 ^{tn}	4,46
Perlakuan	4	127,2931	31,8233	57.685,70*	3,84
Galat	8	0,0044	0,0006		
Total	14	127,2978			

Keterangan :

tn

Tidak berpengaruh

*

Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel ANAVA dapat disimpulkan dalam analisis *solubility* produk sereal instan diketahui bahwa $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ yang berarti berbeda nyata, sehingga diperlukan uji lanjut duncan.

Tabel 70. Uji Lanjut Duncan Analisis *Solubility*

SSR 5%	LSR 5%	Rata- Rata	Kode Perlakuan	Perlakuan					Taraf Nyata 5%
				1	2	3	4	5	
-	-	10,05	a3	-					a
3,26	0,0442	10,09	a2	0,04 ^{tn}	-				a
3,39	0,0460	11,16	a1	1,11*	1,06*	-			b
3,47	0,0471	15,21	a4	5,16*	4,06*	4,06*	-		c
3,52	0,0477	17,16	a5	7,11*	7,07*	6,01*	1,95*	-	d

Kesimpulan:

Berdasarkan uji lanjut duncan analisis *solubility* kode perlakuan a3 tidak berbeda nyata dengan a2, tetapi berbeda nyata dengan a1, a4 dan a5. Kode perlakuan a2 tidak berbeda nyata dengan a3, tetapi berbeda nyata dengan a1, a4 dan a5. Kode perlakuan a1 berbeda nyata dengan a3, a2, a4 dan a5. Kode perlakuan a4 berbeda nyata dengan a3, a2, a1 dan a5. Kode perlakuan a5 berbeda nyata dengan a3, a2, a1 dan a4.