

PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG MODIFIKASI SORGUM (*Shorgum bicolor L.*) DAN TERIGU DENGAN PENAMBAHAN BEKATUL BERAS (*Oryzae sativa L.*) TERHADAP KARAKTERISTIK *COOKIES*

TUGAS AKHIR

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Tugas Akhir Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Nadia Putri Katresna
12.302.0110



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2017**

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum (*Sorghum bicolor*) dan Terigu Dengan Penambahan Bekatul Beras (*Oryzae sativa L.*) Terhadap Karakteristik *Cookies*”.

Dalam pelaksanaan Penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis mendapatkan banyak bantuan dan motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Tantan Widiantra, MT. selaku pembimbing I yang telah memberikan masukan dan arahan dalam pembuatan Tugas Akhir.
2. Bapak Dr. Ir. H. Willy Pranata W., M.Si. Selaku pembimbing II yang telah memberi masukan dan arahan dalam pembuatan Tugas Akhir.
3. Bapak Dr. Ir. Nana Sutisna A., M.Sc. Selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dan arahan dalam pembuatan Tugas Akhir
4. Dra. H. Ela Turmala Sutrisno, M.Sc. Selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Kedua orang tua penulis, Dr. Ir. Nana Sutrisna, MP. dan Dra. Dewi Cahyaningrum, M.Pd. yang telah memberikan banyak dukungan baik secara moril maupun materil selama menyusun tugas akhir.
6. Kepada kedua adik tercinta, Rai Trisna Jatnika dan M. Rafael Trisna Adiwiana yang telah memberikan banyak dukungan dan bantuan dalam penyusunan tugas akhir.

7. Kepada seseorang yang spesial, M. Rizky Arief Nugraha yang telah banyak memberikan banyak bantuan, dan dukungan selama ini.
8. Kepada sahabat-sahabat angkatan 2012, khususnya kepada Fenty, Firly, Shelvi, Cresha, Sarah, Irene, Muthia, kepada teman-teman kelas TP B 2012 dan teman-teman lainnya yang telah memberikan bantuan dan dukungan.
9. Kepada semua pihak yang telah mendukung pengerjaan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan ini jauh dari kata kesempurnaan, karena keterbatasan wawasan dan ilmu pengetahuan yang penulis miliki. Oleh karena itu, kritik dan saran dari berbagai pihak sangat penulis harapkan untuk menambah pengetahuan. Walaupun demikian, penulis berharap dengan adanya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis umumnya bagi pembaca sekalian. Akhir kata, terimakasih kepada pembaca sekalian.

Bandung, Juni 2017

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	5
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian	6
1.5. Kerangka Penelitian	6
1.6. Hipotesis Penelitian.....	13
1.7. Waktu Penelitian	14
II TINJAUAN PUSTAKA.....	15
2.1. Sorgum	15
2.1.1. Klasifikasi Biologi.....	15
2.1.2. Jenis dan Varietas Sorgum	16
2.1.3. Sifat Fisik dan Kandungan Gizi (Nutrisi).....	18
2.1.4. Kesesuaian Lahan dan Iklim	21
2.1.5. Manfaat Sorgum	22
2.1.6. Kelebihan dan Kekurangan Sorgum.....	23
2.2. Tepung Terigu	24
2.3. Bekatul Beras	28
2.3.1. Kandungan Gizi.....	29

2.3.2. Manfaat Bekatul	31
2.4. Tepung Modifikasi	31
2.5. Mikroorganisme Penghasil Enzim	32
2.6. Koji.....	34
2.7. Fermentasi	35
2.8. Cookies.....	35
III METODE PENELITIAN.....	37
3.1. Bahan dan Alat.....	37
3.1.1. Bahan yang digunakan	37
3.1.2. Alat yang digunakan.....	37
3.2. Metode Penelitian.....	38
3.2.1 Penelitian Pendahuluan	38
3.2.2 Penelitian Utama	39
3.2.3 Rancangan Perlakuan	39
3.2.4 Rancangan Percobaan.....	40
3.2.5 Rancangan Analisis	42
3.2.6 Rancangan Respon	43
3.3. Prosedur Penelitian.....	44
3.3.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan	44
3.3.2. Deskripsi Penelitian Utama	48
3.3.3 Diagram Alir Penelitian Pendahuluan.....	50
3.3.4 Diagram Alir Penelitian Utama	52
IV PEMBAHASAN.....	53
4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan	53
4.1.1 Pembuatan Koji	53
4.1.2 Pembuatan Tepung Modifikasi Sorgum.....	53
4.2. Hasil Penelitian Utama	58
4.2.1 Respon Organoleptik Utama	58

4.2.1.1 Warna.....	58
4.2.1.2 Aroma	60
4.2.1.3 Tekstur	62
4.2.1.3 Rasa.....	64
4.2.2 Respon Kimia Utama	66
4.2.2.1 Kadar Protein	66
4.2.2.2 Kadar Karbohidrat	69
4.2.2.3 Kadar Serat Kasar	72
4.2.2.4 Kadar Tanin	74
4.2.2.5 Kadar Air	77
V KESIMPULAN DAN SARAN.....	80
5.1. Kesimpulan	80
5.1. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA.....	82
LAMPIRAN.....	90

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Hal
1.	Klasifikasi Biologi Sorgum.....	15
2.	Umur Beberapa Varietas Sorgum.....	17
3.	Kandungan Nutrisi Sorgum.....	20
4.	Kelemahan Sebagai Antinutrisi dan Kelebihan Sorgum Sebagai bahan Pangan Fungsional.....	24
5.	Kelebihan dan Kekurangan Beberapa Bahan Pangan.....	26
6.	Komposisi Kimia Tepung Terigu Dalam 100 gram.....	27
7.	Standar Mutu Tepung Terigu.....	27
8.	Beberapa Sumber Enzim Komersial.....	33
9.	Penggunaan Beberapa Enzim Dari Mikroba.....	33
10.	Syarat Mutu Kue Kering/Cookies.....	36
11.	Formulasi Pembuatan Cookies Sorgum Utama.....	39
12.	Model Rancangan Percobaan Faktorial 3x3 Dalam RAK.....	41
13.	Tata Letak Percobaan Faktorial 3x3 Dengan 3 Kali Ulangan Dalam Rancangan Acak Kelompok.....	41
14.	Sidik ragam (ANAVA).....	42
15.	Kriteria Skala Hedonik (Uji Kesukaan).....	44
16.	Tabel Hasil Analisis Tepung Sorgum Tanpa Fermentasi dan Tepung Sorgum Dengan Fermentasi.....	54
17.	Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Bekatul Terhadap Atribut Warna.....	59
18.	Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Bekatul Terhadap Atribut Aroma.....	61

19.	Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Bekatul Terhadap Atribut Tekstur.....	63
20.	Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Bekatul Terhadap Atribut Rasa.....	65
21.	Hasil Uji Jarak Berganda Kadar Protein Cookies.....	66
22.	Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Protein.....	67
23.	Hasil Uji Jarak Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu Terhadap Kadar Karbohidrat (Pati) Cookies Sorgum.....	70
24.	Perlakuan Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Karbohidrat.....	71
25.	Hasil Analisis Kadar Karbohidrat (pati) Cookies Sorgum.....	71
26.	Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Serat.....	73
27.	Hasil Uji Jarak Duncan Pada Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu Terhadap Kadar Tanin.....	75
28.	Hasil Analisis Kadar Tanin Cookies Sorgum.....	76
29.	Hasil Analisis Kadar Air Cookies Sorgum.....	78
30.	Lampiran Total Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Pendahuluan.....	97
31.	Perhitungan Formulasi Sampel a1:b1.....	97
32.	Perhitungan Formulasi Sampel a1:b2.....	98
33.	Perhitungan Formulasi Sampel a1:b3.....	98
34.	Perhitungan Formulasi Sampel a2:b1.....	99
35.	Perhitungan Formulasi Sampel a2:b2.....	99
36.	Perhitungan Formulasi Sampel a2:b3.....	100

37.	Perhitungan Formulasi Sampel a3:b1.....	100
38.	Perhitungan Formulasi Sampel a3:b2.....	101
39.	Perhitungan Formulasi Sampel a3:b3.....	101
40.	Total Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama.....	102
41.	Total Kebutuhan Respon dan Analisis.....	102
42.	Rincian Biaya Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Pendahuluan.....	103
43.	Rincian Biaya Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama.....	103
44.	Rincian Biaya Kebutuhan Analisis Penelitian Pendahuluan.....	103
45.	Rincian Biaya Kebutuhan Analisis Penelitian Utama.....	104
46.	Total Biaya Keseluruhan.....	104
47.	Rata-rata Data Perhitungan Respon Organoleptik Terhadap Warna.....	110
48.	Data Asli Respon Organoleptik Terhadap Warna Cookies Sorgum.....	111
49.	Analisis Variansi (ANAVA) Cookies Sorgum Atribut Warna.....	112
50.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum: Terigu (A).....	113
51.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul (B).....	113
52.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Interaksi A x B Terhadap Warna Cookies Sorgum.....	114
53.	Faktor A Sama Dengan B Berbeda.....	115
54.	Faktor B Sama Dengan A Berbeda.....	115
55.	Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu dan Bekatul Terhadap Warna Cookies.....	116
56.	Data Perhitungan Respon Organoleptik Terhadap Aroma.....	117
57.	Analisis Variansi (ANAVA) Cookies Sorgum Atribut Aroma.....	119

58.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A).....	120
59.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul (B).....	120
60.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Interaksi A x B Terhadap Aroma Cookies Sorgum.....	121
61.	Faktor A sama, B berbeda.....	122
62.	Faktor B sama, A berbeda.....	122
63.	Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A) dan Bekatul (B) Terhadap Aroma <i>Cookies</i>	123
64.	Data Perhitungan Transformasi Respon Organoleptik Terhadap Tekstur.....	124
65.	Data Perhitungan Asli Respon Organoleptik Terhadap Tekstur.....	124
66.	Analisis Variansi (ANOVA) Cookies Sorgum Atribut Tekstur.....	126
67.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A).....	127
68.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul (B).....	127
69.	Uji Jarak Berganda untuk Interaksi A x B Terhadap Tekstur Cookies Sorgum.....	128
70.	Faktor A sama, B berbeda.....	129
71.	Faktor B sama, A berbeda.....	129
72.	Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A) dan Bekatul (B) Terhadap Tekstur Cookies Sorgum.....	130
73.	Data Perhitungan Data Asli Respon Organoleptik Terhadap Rasa.....	131
74.	Data Perhitungan Transformasi Respon Organoleptik Terhadap Rasa.....	131
75.	Analisis Variansi (ANOVA) Cookies Sorgum Atribut Rasa.....	133

76.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A).....	134
77.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul.....	134
78.	Uji Jarak Berganda Untuk Interaksi A x B Terhadap Rasa Cookies Sorgum.....	135
79.	Faktor A sama, B Berbeda.....	136
80.	Faktor B sama, A berbeda.....	136
81.	Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum Terigu dan Bekatul Terhadap Rasa Cookies Sorgum.....	137
82.	Data Analisis Kadar Air.....	138
83.	Data Statistik Analisis Kadar Air.....	138
84.	ANAVA untuk Analisis Kadar Air.....	140
85.	Data Analisis Kadar Serat.....	141
86.	Data Statistik Analisis Kadar Serat.....	141
87.	ANAVA untuk Kadar Serat Cookies Sorgum.....	143
88.	Uji Jarak Berganda Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu (A).....	144
89.	Uji Jarak Berganda Untuk Faktor Bekatul (B).....	144
90.	Uji Jarak Berganda untuk Interaksi A x B Terhadap Kadar Serat Cookies.....	145
91.	Faktor A sama, Faktor B Berbeda.....	146
92.	Faktor B sama, Faktor A Berbeda.....	146
93.	Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Serat <i>Cookies</i>	147
94.	Data Analisa Kadar Karbohidrat.....	148
95.	Data Statistik Analisa Kadar Karbohidrat.....	148

96.	ANAVA Kadar Karbohidrat Cookies.....	150
97.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Sorgum Modifikasi: Terigu (A).....	151
98.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Bekatul (B).....	151
99.	Data Analisis Kadar Protein.....	152
100.	Data Statistik Analisa Kadar Protein.....	152
101.	ANAVA Analisis Kadar Protein Cookies Sorgum.....	154
102.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A).....	155
103.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Interaksi AB Terhadap Kadar Protein.....	156
104.	Faktor A sama, Faktor B Berbeda.....	157
105.	Faktor B Sama, Faktor B Berbeda.....	157
106.	Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Protein.....	158
107.	Data Analisis Kadar Tanin Cookies Sorgum.....	159
108.	Data Statistik Analisis Kadar Tanin Cookies Sorgum.....	159
109.	ANAVA Analisis Kadar Tanin.....	161
110.	Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu.....	162

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Hal
1.	Struktur Biji Sorgum dan Bagiannya	18
2.	Skema Morfologi Gabah Kering	29
3.	Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Proses Pembuatan Koji.....	50
4.	Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Proses Pembuatan Tepung Sorgum Modifikasi	51
5.	Diagram Alir Penelitian Utama Proses Pembuatan <i>Cookies</i>	52

DAFTAR LAMPIRAN

Tabel	Judul	Hal
1.	Formulir Pengujian Organoleptik.....	90
2.	Analisa Kadar Tanin Metode Permanganometri.....	91
3.	Analisa Kadar Protein Metode Kjedahl.....	92
4.	Analisa Kadar Karbohidrat Metode <i>Luff Schrool</i>	94
5.	Analisa Kadar Serat Metode Gravimetri.....	95
6.	Analisa Kadar Air.....	96
7.	Formulasi Pembuatan <i>Cookies</i>	97
8.	Perhitungan Analisis Biaya Penelitian.....	103
9.	Perhitungan Analisis Pendahuluan.....	105
10.	Perhitungan Statistik Penelitian Utama Respon Organoleptik.....	110
11.	Perhitungan Statistik Hasil Analisis Kadar Air Utama.....	138
12.	Perhitungan Statistik Hasil Analisis Kadar Serat Utama.....	141
13.	Perhitungan Statistik Hasil Analisis Kadar Karbohidrat Utama.....	148
14.	Perhitungan Statistik Hasil Analisis Kadar Protein Utama.....	152
15.	Perhitungan Statistik Hasil Analisis Kadar Tanin Utama.....	159

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari tepung modifikasi sorgum terhadap kandungan nilai gizi, menentukan substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul beras. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengenalkan bahan alternatif selain terigu, sebagai diversifikasi pangan, mengurangi penggunaan terigu, meningkatkan nilai guna dan ekonomis terhadap tepung sorgum dan bekatul.

Rancangan Percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok dengan faktorial 3x3 dan ulangan sebanyak tiga kali. Faktor dari penelitian ini adalah substitusi tepung sorgum modifikasi dan terigu (70:30), (80:20), dan (90:10) dengan penambahan bekatul 5%, 10%, dan 15%. Respon organoleptik yang diamati meliputi atribut warna, aroma, tekstur dan rasa menggunakan uji hedonik. Respon kimia yang dilakukan adalah kadar air (metode Gravimetri), kadar protein (metode Kjehdahl), kadar karbohidrat (metode Luff Schoorl), kadar serat kasar (metode Gravimetri), dan kadar tannin (metode Permanganometri).

Hasil penelitian perbandingan tepung modifikasi sorgum dan terigu berpengaruh terhadap karbohidrat, protein tannin dan serat. Penambahan bekatul berpengaruh terhadap kadar karbohidrat, kadar protein, kadar serat dan kadar tannin. Interaksi antara perbandingan tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul berpengaruh terhadap kadar protein, kadar serat, warna, aroma, tekstur dan rasa *cookies*. Formulasi yg terpilih adalah substitusi tepung sorgum modifikasi sorgum dan terigu (80:20) dengan penambahan bekatul 15% . Kadar air, kadar karbohidrat (pati), kadar protein, kadar serat dan kadar tannin dalam produk berturut-turut adalah sebesar 2,20%, 40,54%, 7,308%, 18,79% dan 0,098%.

Kata Kunci : Tepung Modifikasi Sorgum, Tepung Terigu, Bekatul, *Cookies*.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of modified sorghum flour on nutrient content, determine the substitution of modified sorghum flour and wheat flour with the addition of rice bran. The benefit of this research is to introduce alternative ingredients besides flour, as food diversification, reduce using of flour, increase the use and economical value of sorghum flour and rice bran.

The research method used was Randomized Block Design with factorial 3x3 and three times replication. Factors of this research is substitution of modified sorghum flour and wheat flour (70:30), (80:20), and (90:10) with the addition of 5%, 10%, and 15% rice bran. Organoleptic responses include attribute of color, aroma, texture and taste using hedonic tests. Chemical responses was water content (Gravimetri method), protein content (Kjehdahl Method), carbohydrate content (Luff Schoorl method), fiber content (Gravimetri method), and tannin content (Permanganometri method).

The results of substitution of modified sorghum flour and wheat flour has an effect on carbohydrate content, protein content, tannin content and fiber content. The addition of rice bran has an effect on carbohydrate content, protein content, fiber content and tannin content. The interaction between substitution of modified sorghum flour and wheat with the addition of rice bran has an effect on protein content, fiber content, color, aroma, texture and taste of cookies. The selected treatment of modified sorghum flour and wheat substitution (80:20) with 15% rice bran. Water content, carbohydrate (starch), protein content, fiber content, and tannin content in the product consecutive was 2,20%, 40,54%, 7,308%, 18,79 % And 0.098%.

Key words: Modified Sorghum Flour, Flour, Rice Bran, Cookies.

BAB I PENDAHULUAN

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

1.1. Latar Belakang

Produk olahan pangan di Indonesia akhir-akhir ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini disebabkan oleh perubahan gaya hidup masyarakat yang ingin serba cepat sehingga produksi makanan pun mencari produk yang siap saji namun dapat mencukupi kebutuhan gizi setiap hari. Produk olahan yang banyak digemari masyarakat di Indonesia antara lain: roti, biskuit, mie, dan termasuk *cookies*.

Cookies merupakan makanan yang praktis dan dapat dimakan kapan saja cukup populer di Indonesia bahkan di dunia. Penggunaan pengemasan yang baik, *cookies* dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Berbagai jenis *cookies* telah dikembangkan untuk menghasilkan *cookies* yang baik dan juga menyehatkan (Manley, 2000).

Bahan baku utama produk olahan *Cookies* adalah tepung gandum (terigu). Sementara itu, gandum merupakan tanaman yang hanya bisa tumbuh di daerah subtropis, sehingga tidak dapat dibudidayakan di Indonesia. Hal ini mengakibatkan pemerintah harus mengimpor dari luar negeri. Menurut Subagjo (2007), setiap tahunnya volume impor gandum Indonesia rata-rata sekitar 7 juta ton atau senilai Rp 30 Triliun bahkan pada tahun 2014 mencapai 7,43 juta ton dengan komposisi tepung terigu impor sebesar 762.515 ton.

Ketergantungan bahan baku industri pengolahan pangan termasuk *Cookies* terhadap gandum yang harus diimpor akan menjadi beban bagi Negara. Semakin meningkatnya jumlah penduduk, pemerintah juga harus meningkatkan penyediaan gandum/terigu. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif komoditas pangan yang dapat mensubstitusi gandum/terigu dan dapat tumbuh dengan baik di Indonesia.

Salah satu komoditas tanaman pangan yang dapat tumbuh dengan baik pada iklim tropis dan menghasilkan tepung adalah sorgum. Sorgum (*Sorghum bicolor* (L) Moench) merupakan komoditas sumber karbohidrat yang cukup potensial karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi, yaitu sekitar 73 g/100 g bahan (Sirappa, 2005). Menurut Suarni (2009), sorgum memiliki kandungan protein yang hampir mirip dengan terigu. Oleh karena itu, sorgum memiliki peluang yang cukup besar untuk menggantikan posisi terigu pada pengolahan bahan pangan pokok. Hasil organoleptik panelis perbandingan antara tepung sorghum dengan tepung terigu yang dapat diterima adalah perbandingan 80:20 (Suarni, 2004). Menurut Irawan dan Nana (2011), sorgum merupakan bahan pangan lokal dan pengembangannya memiliki potensi untuk mendukung program pemerintah dalam upaya penyediaan pangan dan diversifikasi pangan serta dapat mengurangi ketergantungan tepung terigu yang selama ini dipenuhi melalui impor.

Sorgum memiliki kandungan nutrisi diantaranya adalah lemak 3,65%. Serat kasar 2,74%, Abu 2,24%, Protein 10,11%, Pati 80,42%, dll. Namun tanaman ini mengandung zat antinutrisi diantaranya adalah zat tanin yang relatif tinggi

berkisar antara 3,67-10,66%. Pada umumnya biji yang berwarna merah sampai coklat mengandung tanin lebih tinggi dibandingkan biji putih (Suarni, 2004).

Kandungan tanin pada sorgum dapat dikurangi dengan berbagai macam cara, diantaranya adalah dengan dilakukan penyosohan. Pada saat penyosohan kandungan tanin pada biji sorgum menurun drastis namun protein ikut terbawa akibat bagian endosperm yang dekat dengan aleuron banyak yang terkikis (Suarni, 2004). Oleh karena itu diperlukan modifikasi untuk memaksimalkan potensi sorgum sebagai alternatif bahan pangan yang dapat diperhitungkan. Tujuan dari dilakukannya modifikasi tepung sorgum adalah untuk mengubah struktur molekul baik secara fisik, kimia dan enzimatis (Hakiim dan Sistihapsari, 2007).

Peranan *cookies* sebagai makanan selingan dan penambah energi sangat besar terutama bagi anak-anak dan remaja yang masih dalam tahap pertumbuhan. *Cookies* memiliki kandungan protein, lemak, dan beberapa mineral yang dibutuhkan bagi tubuh sehingga baik dikonsumsi anak-anak, remaja maupun bagi orang dewasa. Oleh karena itu, olahan pangan *cookies* sebaiknya selain memiliki kandungan nilai gizi yang tinggi juga memiliki serat yang baik dan tinggi sehingga mudah dicerna. *Cookies* berbahan baku kombinasi tepung terigu dan tepung sorgum perlu ada penambahan bahan lain yang mengandung serat tinggi antara lain bekatul.

Bekatul (dedak padi) merupakan hasil samping dari proses penggilingan padi yang jumlahnya mencapai 8 – 12%, selain sekam (15 – 20%) dan menir (5%) (Damardjati *et al* . 1990). Bekatul memiliki kandungan gizi yang tinggi terutama vitamin B. Selain itu kandungan serat makanan khususnya serat larut, minyak dan

kandungan komponen bioaktif yaitu oryzanol dilaporkan sebagai komponen yang dapat menyehatkan tubuh manusia. Khasiat bekatul bagi kesehatan telah banyak dilaporkan. Bekatul dapat menurunkan kadar kolesterol darah dan low density lipoprotein cholesterol (LDL cholesterol) darah, serta dapat meningkatkan kadar high density lipoprotein cholesterol (HDL cholesterol) darah (Berger A. *et al* ., 2004).

Kandungan zat gizi yang dimiliki bekatul yaitu protein 13,11 – 17,19 persen, lemak 2,52-5,05 persen, karbohidrat 67,58 – 72,74 persen, dan serat kasar 370,91 – 387,3 kalori serta kaya akan vitamin B, terutama vitamin B1 (*thiamin*). Berdasarkan sumbernya, protein yang terdapat dalam bekatul dapat dimanfaatkan untuk dibuat suatu produk yang dimungkinkan dapat mengatasi masalah kurang gizi. Selain memiliki kandungan protein yang cukup tinggi bekatul juga tergolong sebagai bahan makanan yang aman untuk dikonsumsi. Kelebihan dari penambahan bekatul ini bisa meningkatkan kualitas dari suatu produk, karena bekatul memiliki kandungan lysine yang cukup tinggi. Dalam proses pembuatan produk yang memiliki kandungan gizi yang rendah, karena adanya asam amino pembatas lysine, maka penambahan bekatul dapat meningkatkan nilai gizi dari produk tersebut (Wulandari dan Hardasari, 2010).

Formulasi yang tepat diperlukan untuk mengetahui substitusi antara terigu dengan tepung sorgum sebagai optimalisasi potensi sorgum sebagai bahan pangan alternatif yang dapat diperhitungkan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai formulasi substitusi antara tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan pengaruh penambahan bekatul beras terhadap karakteristik *cookies*.

1.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang didapat adalah:

- Bagaimana pengaruh substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu terhadap karakteristik pada *cookies* yang dihasilkan?
- Bagaimana pengaruh penambahan bekatul beras terhadap karakteristik *cookies* yang dihasilkan?
- Bagaimana pengaruh interaksi antara substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul beras terhadap karakteristik *cookies* yang dihasilkan?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penelitian adalah:

- Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul beras terhadap karakteristik *cookies* sorgum yang dihasilkan.
- Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui adanya pengaruh dari tepung modifikasi sorgum terhadap kandungan nilai gizi, menentukan substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul beras sehingga diperoleh karakteristik *cookies* yang terbaik yang dapat diterima oleh masyarakat baik berdasarkan rasa, warna, dan rasa juga terhadap kadar serat yang baik untuk kesehatan pencernaan. Sehingga masyarakat memiliki ketertarikan untuk memanfaatkan tepung sorgum dan bekatul sebagai bahan olahan yang memiliki nilai gizi yang tinggi sebagai pangan fungsional dan

mengurangi jumlah pemakaian terigu sehingga dapat menurunkan impor terigu dan memanfaatkan sumber pangan yang ada di Indonesia.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memanfaatkan dan meningkatkan produktivitas pangan lokal sebagai diversifikasi pangan yang berbasis pangan fungsional.
2. Mengenalkan kepada masyarakat mengenai bahan alternatif selain gandum salah satunya yaitu sorgum yang dapat diolah menjadi berbagai macam produk yang memiliki sumber karbohidrat dan protein yang tinggi.
3. Mengenalkan kepada masyarakat mengenai kelebihan dari bekatul pada beras yang dapat dimanfaatkan sebagai pangan fungsional yang memiliki nilai gizi yang baik.
4. Mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap beras dan gandum.
5. Meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis terhadap tepung sorgum dan bekatul.
6. Memanfaatkan sumber pangan yang terdapat di Indonesia semaksimal mungkin agar masyarakat tidak terlalu bergantung terhadap produk dari luar Indonesia.

1.5. Kerangka Pemikiran

Menurut Kamen (2000), *gamma oryzanol* dan *beta sitosteril feltuate* hanya akan ditemukan dalam bekatul, yang diperlukan tubuh sebagai antioksidan dan nutrien penyangga (*face nutrient*) yang mempunyai peran sangat penting dalam berbagai aspek fisiologi tubuh, yaitu memelihara keselarasan simbiosis antara

penerimaan tubuh terhadap beras. Selain itu terdapat asam-asam amino esensial, karoten (termasuk pula beta-karoten), polisakarida serat fosfolipid yang berperan memelihara kesehatan membran sel.

Menurut Ardiansyah (2004) dalam Rahayu (2014), dedak padi banyak mengandung komponen tanaman bermanfaat yang biasa disebut sebagai fitokimia, berbagai vitamin (seperti thiamin, nicin, vitamin B-6), mineral (besi, fosfor, magnesium, potasium), asam amino, asam lemak esensial, vitamin E, asam ferulat, oryzanol sehingga berpotensi menjadi bahan pangan yang bisa mengurangi risiko terjangkitnya penyakit dan meningkatkan status kesehatan tubuh. Bekatul juga merupakan bahan pangan yang bersifat hipoalergenik dan merupakan sumber serat pangan (*dietary fiber*) yang baik.

Hasil penelitian Fatkurahman dkk. (2012), mengenai karakteristik sensoris dan sifat fisikokimia *cookies* dengan substitusi bekatul beras hitam (*oryza sativa*) dan tepung jagung (*zea mays L.*) bahwa semakin tinggi konsentrasi bekatul beras hitam yang digunakan pada pembuatan *cookies*, semakin rendah penilaian panelis terhadap parameter warna, aroma, rasa, tekstur dan keseluruhan *cookies* yang dihasilkan. Dilihat dari tingkat kesukaanya dan banyaknya substitusi bekatul beras hitam dan tepung jagung, *cookies* terbaik adalah *cookies* dengan perlakuan 20% bekatul beras hitam : 80% tepung jagung. *Cookies* terbaik memiliki tekstur yang lebih keras, kenampakan tidak rata dan sedikit berongga, rasa yang tidak khas rasa bekatul dan memiliki kandungan Abu, protein, lemak, antosianin dan serat kasar yang lebih tinggi dari *cookies* 100% tepung terigu .

Berdasarkan Penelitian Wulandari dan Handarsari (2010) mengenai pengaruh penambahan bekatul terhadap kadar protein dan sifat organoleptik biskuit menyatakan bahwa, Pembuatan biskuit dengan bahan dasar tepung terigu sebanyak 100 gr dengan variasi penambahan bekatul 0% (9,34 gr%), 5% (10,06 gr%), 10% (10,74 gr%), 15% (11,6 gr%) dan 20% (13,66 gr%) menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan bekatul maka semakin tinggi pula kadar protein dari biskuit tersebut. Hasil uji statistik biskuit berdasarkan sifat organoleptik menunjukkan bahwa ada perbedaan antara variasi penambahan bekatul pada perlakuan 0%, 5%, 10%, 15%, dan 20% dilihat dari segi tekstur, warna, aroma dan rasa biskuit.

Hasil penelitian Fridata dkk. (2015), mengenai kualitas biskuit keras dengan kombinasi tepung ampas tahu dan bekatul beras merah menyatakan bahwa kombinasi tepung ampas tahu dan bekatul beras merah yang terbaik untuk menciptakan produk biskuit yang baik dilihat dari hasil analisis kimia, fisika, mikrobiologi, dan organoleptic terutama kadar protein dan serat adalah biskuit dengan kombinasi tepung ampas tahu dan penambahan bekatul 40%:20%.

Menurut Wulandari dan Handarsari (2010), mengenai pengaruh penambahan bekatul terhadap kadar protein dan sifat organoleptik biskuit menyatakan bahwa dalam uji coba pembuatan biskuit bekatul menggunakan 25% bekatul dari total tepung 100 gr yang menghasilkan biskuit yang pahit, tekstur padat, warna coklat kekuningan, sehingga untuk mengurangi ini biscuit dibuat dengan menurunkan penambahan bekatul menjadi 20%.

Suarni (2012) menyatakan bahwa kelebihan sorgum sebagai bahan pangan, pakan, dan industri adalah kaya akan komponen pangan fungsional. Beragamnya antioksidan, unsur mineral terutama Fe, serat, oligosakarida, dan β -glukan termasuk komponen karbohidrat nonstarch polysakarida (NSP) yang terkandung dalam biji sorgum menjadikannya potensial sebagai sumber pangan fungsional.

Menurut Suarni (2004), sorgum mempunyai kandungan nutrisi dasar yang tidak kalah penting dibandingkan dengan sereal lainya, dan mengandung unsur pangan fungsional. Biji sorgum mengandung karbohidrat 73%, lemak 3,5%, dan protein 10%, bergantung pada varietas dan lahan pertanaman

Berdasarkan hasil penelitian Suarni (2012), yang dilakukan oleh Suarni & Zakir (2012), juga Suarni & Patong (2002) kemampuan tepung sorgum mensubstitusi terigu bergantung pada produk yang diinginkan. Pada produk *cookies*, tingkat substitusi tepung sorgum berkisar antara 70-80%, cake 40-45%, mie 20-25%, dan roti 15-20%. Khusus untuk kue brownies, tepung sorgum dapat mengganti terigu hingga 80-95% dengan tingkat penerimaan panelis lebih baik daripada olahan dari terigu 100%, bahkan mempunyai nilai tambah karena tanin yang tersisa dalam tepung sorgum tetap berada dalam produk sebagai antioksidan dan berpengaruh positif terhadap daya simpan. Dalam hal ini, tanin tidak berpengaruh terhadap produk olahan karena brownies identik dengan cokelat pekat. Selain menunjang diversifikasi pangan, penyedia makanan sehat, dan disenangi konsumen, sorgum perlu dipromosikan lebih luas sebagai pangan bergengsi.

Menurut Suarni (2004), tepung sorgum dapat digunakan sebagai bahan substitusi terigu dalam pembuatan kue kering hingga taraf 50-80%. Substitusi perlu diikuti penambahan tepung maizena sebagai bahan perekat dan bumbu kue untuk menekan rasa sepat pada tepung sorgum.

Suarni (2004) menyatakan bahwa penelitian pembuatan kue kering substitusi tepung sorgum dan terigu telah dilakukan dengan menggunakan varietas Isiap Dorado dan terigu berprotein 9-10%. Untuk pembuatan kue kering masih diperlukan tepung maizena sebagai bahan tambahan untuk perekat dan meningkatkan nilai kerenyahan.

Berdasarkan hasil penelitian Suarni (2004), mengenai pemanfaatan tepung sorgum untuk produk olahan menyatakan bahwa hasil organoleptik terhadap produk *cookies* yang dilakukan oleh 15 orang panelis substitusi tepung sorgum terhadap terigu 70-80% dapat diterima secara organoleptik.

Hasil penelitian Nurani dkk. (2013), mengenai modifikasi tepung talas dengan cara fermentasi menggunakan bakteri *Lactobacillus plantarum* diperoleh kondisi proses fermentasi optimal untuk memproduksi tepung talas termodifikasi adalah selama 48 jam dengan kadar pati sebesar 73,81%, kadar serat kasar sebesar 2,36%, kadar air sebesar 13,11% dan viskositas sebesar 570 cP.

Hasil penelitian Widiantara dkk. (2012), mengenai modifikasi tepung ubi kayu dengan menggunakan variasi jenis mikroorganisme yaitu *Aspergillus Oryzae*, *Rhizopus Oligosporus*, Inokulum Tempe, *Trichoderma Reesei* dan lama fermentasi (24 jam, 48 jam, 72 jam) bahwa interaksi antar spesies mikroorganisme dan durasi fermentasi mempengaruhi secara signifikan terhadap warna, kadar

tepung, namun tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap kadar kelembaban dan kadar serat. Pemrosesan terbaik dalam penelitian ini adalah dengan penggunaan mikroorganisme jenis inokulum tempe dan durasi fermentasi selama 48 jam. Pemrosesan tersebut menghasilkan kadar air sebesar 6.075%, 1.75% kadar serat, kadar tepung 55.822%, 12.898% kadar dekstrin, and derajat putih sebesar 83.2.

Menurut Rukmana (2013), pada proses pembuatan tepung talas modifikasi dengan menggunakan beberapa varietas mikroorganisme didapatkan hasil kadar serat dan kadar pati dengan menggunakan mikroorganismenya *Bacillus subtilis* yaitu sebesar 5,0% dan 54,41% dan warna khas tepung, sedangkan hasil kadar serat dan kadar pati dengan menggunakan mikroorganismenya *Aspergillus niger* menunjukkan hasil sebesar 7% dan 52,08% dan warna tepung putih kecoklatan.

Hasil penelitian Tarmizi (2015), mengenai konsentrasi tepung sorgum termodifikasi dengan menggunakan varietas beberapa mikroorganisme yaitu *Bacillus subtilis*, *Sacharomyces cerevisiae* dan *Aspergillus oryzae* didapatkan hasil kadar dekstrin yang tinggi sebesar 14,14% dengan menggunakan mikroorganismenya jenis kapang yaitu *Aspergillus oryzae*.

Berdasarkan penelitian Armanda dkk. (2016), mengenai tepung sorgum coklat utuh modifikasi menggunakan ragi tape dengan dua faktor yaitu konsentrasi ragi tape yang terdiri dari 2%, 4%, 6% b/b serta lama fermentasi yang terdiri dari 6 jam, 12 jam dan 18 jam. Perlakuan kombinasi terbaik pada konsentrasi tape 6% dan lama fermentasi 18 jam dengan karakteristik kadar air 6,10%, kadar pati 67,36%, kadar serat kasar 3,03%, kadar tannin 1,94%, kadar

amilosa 21,62%, rendemen 56,54%, pH 5,74, *swelling power* 8,86 g/g, kelarutan 42,28%, kecerahan 74,13, °hue 65,70 dan viskositas 1840,67 cP.

Koji yang berkualitas tinggi adalah yang berwarna hijau tua, aromanya menyenangkan, aktivitas amilase dan protease yang tinggi, jumlah bakteri yang rendah, populasi ragi yang tinggi, pertumbuhan kapang pesat serta rasa yang agak manis dan agak pahit (Hesseltine dan Wang, 1978 dalam Amalia, 2008).

Amalia (2008) menyatakan bahwa selama proses fermentasi koji dilakukan pengadukan secara berkala agar pertumbuhan kapang merata. Fermentasi koji dilakukan selama 2-3 hari. Bila fermentasi terlalu cepat, maka keaktifan enzim yang dihasilkan oleh kapang belum mencapai titik maksimum sehingga tidak menghasilkan komponen yang dapat menimbulkan reaksi penting, namun sebaliknya apabila semakin lama waktu fermentasi semakin banyak spora dan ammonia yang dihasilkan sehingga diduga *off-flavor*.

Berdasarkan penelitian Riana (2013), dalam penelitiannya mengenai konsentrasi koji dan lama fermentasi pada tepung ubi kayu dilakukan uji dengan variasi konsentrasi koji (0,25%; 0,5%; 0,75%) dan lama fermentasi (12 jam, 24 jam, dan 36 jam) menggunakan mikroorganisme *Bacillus subtilis* didapatkan hasil terbaik menggunakan koji 0,75% dan lama waktu fermentasi selama 36 jam dengan hasil analisis kadar air sebesar 6,17%, kadar pati sebesar 35,79%, dan kadar protein sebesar 8,8%.

Manley (2000) menyatakan bahwa *cookies* diklarifikasikan berdasarkan beberapa sifat, yaitu: (1) tekstur dan kekerasan, (2) perubahan bentuk akibat pemanggangan (3) ekstensibilitas adonan, dan (4) pembentukan produk.

Menurut Sultan (1992), ukuran *cookies* yang telah dicetak haruslah sama, agar ketika pemanggangan *cookies* matang secara merata dan tidak hangus, untuk mencegah lengketnya *cookies* pada loyang, biasanya pada loyang dioleskan sedikit lemak atau dilapisi dengan kertas roti.

Bingham (1977) dalam Hartati (2003) menyatakan bahwa natrium bikarbonat merupakan salah satu bahan tambahan makanan yang berfungsi sebagai bahan pengembang dalam jumlah kecil, yang bersifat alkali atau basa.

Hasil penelitian Rahayu (2014), mengenai pembuatan *cookies* bekatul berserat tinggi (kajian proporsi tepung bekatul (rice bran) : tepung mocaf (*modified cassava flour*) dengan penambahan margarine) menyatakan bahwa hasil penelitian menunjukkan *cookies* bekatul perlakuan terbaik dari kombinasi tepung bekatul : tepung mocaf (40% : 60%) dengan penambahan margarine 95%. *Cookies* bekatul tersebut mempunyai karakteristik dengan kadar air 4,601%, kadar serat 2,24%, kadar protein 3,82%, kadar lemak 37,87%, rendemen 88,470% dan daya patah 3,840 N/m. sedangkan nilai skor parameter organoleptik memiliki tingkat kesukaan terhadap rasa 69, warna 71 dan kerenyahan 65.

1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan, diduga bahwa adanya pengaruh interaksi substitusi antara tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul beras terhadap karakteristik *cookies*.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat untuk dilakukannya penelitian utama adalah di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan yang akan dilaksanakan pada bulan November – Februari.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Sorghum, (2) Tepung Terigu, (3) Tepung Bekatul, (4) Tepung Modifikasi, (5) Mikroorganisme, (6) Koji, (7) Fermentasi, dan (8) *Cookies*.

2.1. Sorghum

Sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moech) merupakan komoditas tanaman sereal yang sudah lama ada di Indonesia, namun pemanfaatannya terbatas hanya sebagai tanaman sela. Di dunia tanaman sorgum menempati urutan kelima, setelah gandum, beras, jagung, dan barley (Sirrappa, 2005).

2.1.1. Klasifikasi biologi

Klasifikasi tanaman sorgum menurut Suarni (2004):

Tabel 1. Klasifikasi Biologi Sorghum

Kerajaan:	Plantae	
Divisi:	magnoliophyta	
Kelas:	Liliopsida	
Ordo:	Poales	
Famili:	Poaceae	
Genus:	<i>Sorghum bicolor</i> (L) Moech (yang umum di Indonesia)	
Spesies:	<u>Sorghum alnum</u> <u>Sorghum amplum</u> <u>Sorghum angustum</u> <u>Sorghum bulbosum</u> <u>Sorghum exstans</u> <u>Sorghum grande</u> <u>Sorghum controversum</u> <u>Sorghum interjectum</u> <u>Sorghum laxiflorum</u> <u>Sorghum macrospermum</u> <u>Sorghum matarankense</u> <u>Sorghum miliaceum</u> <u>Sorghum nitidum</u> <u>Sorghum trichocladum</u>	<u>Sorghum arundinaceum</u> <u>Sorghum bicolor</u> <u>Sorghum brachypodum</u> <u>Sorghum burmahicum</u> <u>Sorghum drummondii</u> <u>Sorghum ecarinatum</u> <u>Sorghum halepense</u> <u>Sorghum intrans</u> <u>Sorghum leiocladum</u> <u>Sorghum plumosum</u> <u>Sorghum propinquum</u> <u>Sorghum purpureosericeum</u> <u>Sorghum stipoideum</u> <u>Sorghum timorensense</u>

Lanjutan Tabel 1. Klasifikasi Biologi Sorgum

Spesies:	<u>Sorghum versicolor</u> <u>Sorghum virgatum</u>	<u>Sorghum vulgare</u> <i>Andropogon sorghum</i>
----------	--	---

2.1.2. Jenis dan Varietas Sorgum

Di setiap daerah pengembangannya sorgum dikenal dengan nama: Great Millet, guinea Cora (Afrika Barat); Kafir Corn (Afrika Selatan); Milo Sorgo (Amerika Serikat); Kaoliang (Cina); Durra (Sudan) Mtama (Afrika Barat); Jola (Jawa); Chotam (India).

Menurut Suarni (2004), di Indonesia terdapat banyak jenis tanaman sorgum, antara lain :

- (1) Sorgum berumur pendek/semusim (*Sorghum vulgare*)
- (2) Sorgum Makanan Ternak

Varietas *sachartum* batangnya banyak mengandung gula yang dapat dipakai untuk membuat sirup. Ditanam juga untuk menghasilkan pakan ternak.

- (3) Sorgum penghasil biji non saccharing

Jenis sorgum ini diantaranya milo, kafir, feteria dan heigari batangnya tidak mengandung gula dan bijinya mengandung karbohidrat, protein dan lemak, daun untuk pakan ternak.

- (4) Sorgum sapu

Jenis tanaman sorgum ini menghasilkan malai yang panjang tangkainya (30-90 cm) untuk dijadikan sapu dan sikat.

- (5) Sorgum rumput (*Sorghum vulgare sudanense*)

Jenis ini dikenal dengan sebagai rumput sunda, mempunyai sifat tahan kering dan tahan kekurangan air. Jenis ini dapat tumbuh dengan baik di tempat

Rumput Benggala dan Paspalum. Rumput ini dapat mencapai ketinggian 1,5 meter.

(6) Sorgum Tahunan (*Sorgum helepensis*)

Jenis sorgum ini merupakan nenek moyang *Sorgum vulgare*, dimana jenis sorgum ini tidak menghasilkan biji, namun dapat dimanfaatkan untuk makanan ternak. Diluar negeri dikenal sebagai rumput Johnson.

Selain terdapat beberapa jenis, tanaman sorgum terdiri atas beberapa varietas. Varietas sorgum yang sudah berkembang di Indonesia, yaitu: Korakola, ICSV 93073, UPCA S1, Feterita, Keris, Muneng, Birdproof No. 65, Pretoria No. 184, Numbu, Hegari Genjah 111, Badik, Malang No. 26, Katengu No. 183, Cempaka (Ekwangit), Numbu , dan Kawali. Umur panen beberapa varietas sorgum bervariasi sekitar 100-120 hari setelah tanam (hst) (Tabel 2).

Tabel 2. Umur Beberapa Varietas Sorgum

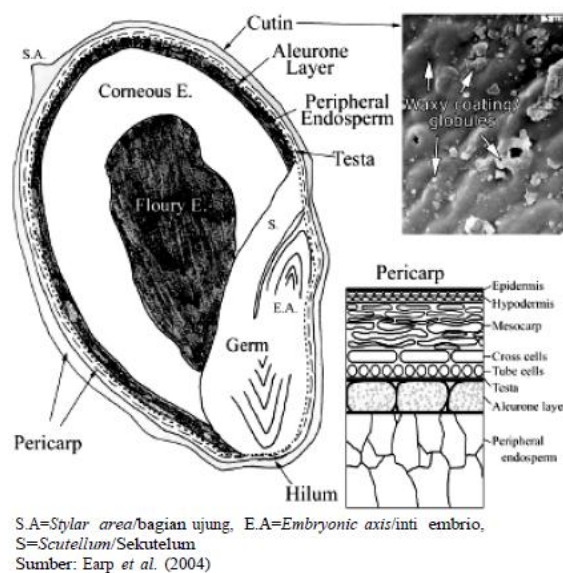
No	Varietas	Umur Panen (HST)
1	Malang No. 26	110-120
2	Birdproof No. 65	105-115
3	Katengu No. 183	105-115
4	Pretoria	100-105
5	Cempaka (Ekwangit)	100-110
6	Numbu	100-105
7	Kawali	100-110

Produktivitas tanaman sorgum beragam tergantung pada varietas dan teknik budidaya yang diterapkan. Produktivitas sorgum di Indonesia setiap tahun rata-rata mengalami peningkatan. Pada tahun 2007 produktivitas sorgum sebesar 1,79 t/ha, tahun 2008 meningkat menjadi 1,88 t/ha, dan tahun 2009 mencapai 2,73 t/ha (Dirjen Tanaman Pangan, 2010). Pada tahun 2010, produktivitas sorgum ditargetkan mencapai 3,25 t/ha.

2.1.3. Sifat fisik dan Kandungan Gizi (Nutrisi)

Pada umumnya biji sorgum berbentuk bulat dengan ukuran biji sekitar 4 x 2,5 x 3,5 mm. Berat biji bervariasi antara 8-50 mg dan rata-rata 28 mg. Berdasarkan ukurannya sorgum dibagi menjadi 3 kelas (Mamik et al., 2005), yaitu:

- (1) sorgum biji kecil (8 - 10 mg)
- (2) sorgum biji sedang (12 - 24 mg)
- (3) sorgum biji besar (25-35 mg)



Gambar 1. Struktur Biji Sorgum dan Bagiannya (Andriani dan Isnaini, 2014)

Menurut Rooney dan Sullines (1977), secara fisiologis, permukaan daun sorgum mengandung lapisan lilin dan sistem perakaran ekstensif, *fibrous*, dan dalam. Kulit biji ada yang berwarna putih, merah atau cokelat. Sorgum putih disebut sorgum kafir dan yang berwarna merah/cokelat biasanya termasuk varietas Feterita. Warna biji ini merupakan salah satu kriteria menentukan kegunaannya. Varietas yang berwarna lebih terang akan menghasilkan tepung yang lebih putih

dan tepung ini cocok untuk digunakan sebagai makanan lunak, roti dan lain-lainnya. Sedangkan varietas yang berwarna gelap akan menghasilkan tepung yang berwarna gelap dan rasanya lebih pahit. Tepung jenis ini cocok untuk bahan dasar pembuatan minuman. Untuk memperbaiki warna biji ini, biasanya digunakan larutan asam tamarand atau bekas cucian beras yang telah difermentasikan dan kemudian digiling menjadi pasta tepung.

Nutrisi yang terdapat pada sorgum tidak jauh berbeda dengan sereal lainya. Jika dibandingkan, kadar protein pada sorgum lebih tinggi dari jagung, beras pecah, jawawut akan tetapi lebih rendah dibandingkan dengan gandum. Sedangkan kadar lemak pada sorgum lebih tinggi dibandingkan dengan beras pecah kulit, gandum, jawawut akan tetapi lebih rendah dibandingkan dengan jagung (Suarni dan H. Subagjo, 2012).

Sorgum mengandung 3,1% lemak, sementara gandum 2%, beras pecah kulit 2,7%, dan jagung 4,6%. Lemak sorgum terdiri atas tiga fraksi, yaitu fraksi netral (86,2%), glikolipid (3,1%), dan fosfolipid (0,7%). Selain karbohidrat yang tinggi, sorgum juga mengandung nutrisi lain yang cukup memadai sebagai bahan pangan. Varietas lokal unggul dari Sulawesi Selatan antara lain Batara Tojeng Eja, Batara Tojeng Bae, Lokal Jeneponto, dan Manggarai/Selayar. Kawali dan Numbu yang khusus untuk pangan adalah varietas unggul produk Badan Litbang Pertanian. Kadar tanin varietas lokal relatif tinggi dibanding varietas lainnya dengan kisaran 3,67-10,60%, sedangkan varietas Kawali dan Numbu masing-masing hanya 1,08 dan 0,95% (Suarni, 2004).

Sorgum memiliki kandungan kalori lebih rendah dari beras dan jagung, namun lebih tinggi daripada kedelai dan singkong (Tabel 3).

Tabel 3. Kandungan Nutrisi Sorgum

Unsur Nutrisi	Kandungan/100 g				
	Beras	Jagung	Singkong	Sorgum	Kedele
Kalori (cal)	360	361	146	332	286
Protein (g)	6.8	8.7	1.2	11.0	30.2
Lemak (g)	0.7	4.5	0.3	3.3	15.6
Karbohidrat (g)	78.9	72.4	34.7	73.0	30.1
Kalsium (mg)	6.0	9.0	33.0	28.0	196.0
Besi (mg)	0.8	4.6	0.7	4.4	6.9
Fosfor (mg)	140	380	40	287	506
Vit. B1 (mg)	0.12	0.27	0.06	0.38	0.93

(Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan, 1992 dan Sirappa, 2003.)

Menurut Beti *et al.* (1990), Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura (1996) dan Direktorat Jenderal Perkebunan (1996), sorgum merupakan komoditas sumber karbohidrat yang cukup potensial karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi, yaitu sekitar 73 g/100 g bahan dan dapat diolah menjadi tepung.

Sorgum memiliki kandungan tanin dari golongan polifenol yang merupakan salah satu senyawa yang menonjol dibandingkan dengan jagung. Kandungan tanin yang terdapat pada sorgum memiliki dampak yang negatif sebagai bahan pangan maupun pakan. Hal ini dikarenakan tanin merupakan zat antinutrisi yang dapat merugikan pencernaan manusia (Elefatio *et al.* 2005). Senyawa tanin ini dapat mengikat proteinalkoloid dan gelatin. Ciri-ciri golongan fenol adalah dengan adanya cincin aromatik dengan satu atau dua gugus hidroksil. Kelompok fenol terdiri dari ribuan senyawa, meliputi flavonoid, fenilpropanoid, asam fenolat, antosianin, pigmen kuinon, melanin, lignin, dan tanin, yang tersebar luas pada berbagai jenis tumbuhan (Harbone 1996).

Tanin secara umum didefinisikan sebagai senyawa polifenol yang memiliki berat molekul cukup tinggi (lebih dari 1.000), dapat membentuk kompleks dengan protein, dan mempunyai sifat antioksidan. Berdasarkan strukturnya, tanin dibedakan menjadi dua kelas, yaitu tanin terkondensasi (*condensed tannins*) dan tanin terhidrolisis (*hydrolysable tannins*) (Harbone 1996, Hagerman *et al.* 1997, Hagerman *et al.* 1998 dalam Suarni, 2009).

2.1.4. Kesesuaian Lahan dan Iklim

Hasil penelitian BATAN dan IPB menunjukkan bahwa beberapa varietas dan galur tanaman sorgum memiliki toleransi sangat tinggi terhadap lahan bergaram di daerah pesisir pantai dan lahan masam (pH tanah rendah) serta kejenuhan Al tinggi (Soenarto dan Nakanishi, 2003).

Tanaman sorgum tidak memerlukan input tinggi dan memiliki daya adaptasi yang luas termasuk pada lahan kering di wilayah Jabar Selatan. Budidaya sorgum dapat dilakukan pada lahan yang tidak dapat ditanami oleh tanaman pangan lainnya seperti padi, jagung, dan kedelai, sehingga tidak akan terjadi persaingan penggunaan lahan dengan komoditas tanaman pangan strategis lainnya.

Kebutuhan air untuk pertumbuhan tanaman sorgum juga relatif lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman pangan lainnya, karena domestikasinya berasal dari wilayah Afrika yang beriklim kering atau *semi-arid* (Hoeman and Nakanishi, 2003). Selain itu, permukaan daun sorgum yang mengandung lilin, sistem perakaran yang ekstensif, *fibrous*, dan dalam, cenderung membuat tanaman sorgum efisien dalam absorpsi dan pemanfaatan air.

Keadaan lingkungan yang optimum untuk pertumbuhan sorgum adalah dengan penyebaran hari hujan yang teratur terutama pada saat tanaman berumur 4-5 minggu yaitu pada saat perkembangan perakaran sampai pada akhir pertumbuhan vegetatifnya. Menurut hasil penelitian, lahan yang cocok untuk pertumbuhan optimum tanaman sorgum adalah:

Suhu optimum	: 23°-30° C
Kelembaban relatif	: 20% 40%
Suhu tanah	: ± 25° C
Ketinggian	: ≤ 800 m dpl
Curah hujan	: 375 – 425 mm/th
pH	: 5,0 – 7,5

2.1.5. Manfaat Sorgum

Saat ini masih banyak yang belum memanfaatkan sorgum sebagai sumber pangan fungsional. Padahal sorgum mengandung serat pangan yang dibutuhkan oleh tubuh untuk mencegah berbagai macam penyakit seperti penyakit jantung dan obesitas, menurunkan hipertensi, menjaga gula darah dan mencegah kanker usus.

Pada penyakit jantung koroner, serat pangan berfungsi untuk mengikat asam empedu sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol darah. Beberapa senyawa fenolik memiliki aktivitas antioksidan, antitumor, dan menghambat perkembangan virus sehingga bermanfaat bagi penderita penyakit kanker, jantung dan HIV (Dicko *et al.* 2006b).

Menurut penelitian Siller (2006) dan Schober *et al.* (2007) menunjukkan bahwa sorgum memiliki potensial yang dapat dikembangkan sebagai pangan fungsional karena kandungan beberapa komponen kimia penyusunnya. Sorgum memiliki kandungan gluten dan indeks glikemik (IG) yang lebih rendah sehingga sesuai untuk diet gizi khusus (Suarni dan Herman, 2013).

2.1.6. Kelebihan dan Kekurangan Sorgum

Kelebihan yang dimiliki oleh sorgum menjadikan penelitian yang menarik yang dikarenakan oleh kandungan nutrisi yang dimiliki oleh sorgum. Beberapa peneliti yang telah, sedang dan akan menggali potensi sorgum sebagai bahan pangan yang dapat diolah dan dijadikan sebagai bahan pangan sumber karbohidrat yang menjanjikan.

Suarni dan Zakir (2012), meneliti ragam produk olahan berbasis tepung sorgum sebagai pangan fungsional. Sorgum mengandung mineral Fe yang tinggi dan serat pangan yang dibutuhkan oleh tubuh yang kurang dimiliki gandum. Unsur mineral Fe sangat membantu dalam pembentukan sel darah merah. Selain itu sorgum kaya akan mineral Ca, P, dan Mg. Fungsi Ca adalah membentuk tulang normal, posfor memelihara pertumbuhan, dan Mg mempertahankan denyut jantung normal dan kekuatan tulang. Komponen aktif unsur pangan fungsional dalam biji jagung relatif tidak berbeda dibanding biji sorgum, demikian juga manfaatnya terhadap kesehatan (Suarni dan Yasin 2011). Kelemahan dan kelebihan sorgum serta interaksi dengan komponen lain sebagai bahan pangan fungsional disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kelemahan Sebagai Anti Nutrisi dan Kelebihan Sorgum Sebagai Bahan Pangan Fungsional

Kelemahan (Anti Nutrisi)	Keunggulan (Pangan Fungsional)
<ul style="list-style-type: none"> - Tanin Anti nutrisi komponen fenolik dapat berinteraksi dengan protein, terbentuk kompleks yang tidak larut dan dapat enurunkan daya cerna. Menghambat aktivitas enzim pencernaan. Rasa sepat, warna kusam pada produk akhir olahan - Asam fitat Antinutrisi dapat mengikat mineral dalam bentuk ion sehingga pengabsorbsian mineral rendah - Senyawa sianogenik glikosida Hidrolisis terbentuk HCN Dapat larut selama perendaman/perkecambahan 	<ul style="list-style-type: none"> - Tanin (konsentrasi rendah) Antioksidan lebih tinggi daripada vitamin C dan A - Antosianin antioksidan lebih stabil dibanding yang ada pada buah, sayuran - Asam pitat (konsentrasi rendah) Pencegahan penyakit degenerative seperti kanker - Selulosa, β-glukan, hemiselulosa, Serat pangan yang dibutuhkan tubuh. B-glukan merupakan komponen karbohidrat <i>non-starch</i> polisakarida (NSP)

(Sumber : Suarni, 2012)

2.2. Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan bahan hasil olahan dari biji gandum (*Triticum aestivum L.*). Tepung terigu berfungsi untuk membentuk adonan dan struktur kue. Disamping itu juga mempengaruhi warna dan aroma selama pemanggangan (Desrosier, 1988).

Tepung terigu merupakan bahan dasar utama dalam pembuatan segala jenis roti, kue kering, mie, biskuit, wafer, dan lain-lain serta mempunyai peranan penting tergantung pada sifat turunannya, kondisi tumbuh dan pemanenan, nilai

gizi makanan asal gandum ini tergantung pada susunan kimia tepung murni pada bahan dasarnya (Harris dan Endel, 1989).

Tepung terigu memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah senyawa gluten yang merupakan campuran antara dua jenis protein, yaitu glutenin dan gliadin. Glutenin memberikan sifat tegar dan gliadin memberikan sifat lengket pada produk, memerangkap gas yang terbentuk selama proses pengembangan adonan. Gluten bersama pati gandum akan membentuk struktur dinding sel dan menghasilkan produk yang remah (Winarno, 2002). Sifat spesifik gluten tersebut tidak dimiliki oleh produk sereal lainnya, seperti jagawut, jagung, sorgum dan padi (Suarni, 2009).

Kandungan protein yang terdapat dalam butir biji gandum dikategorikan menjadi butir biji berprotein tinggi yang disebut *hard wheat* dan biji berprotein rendah yang disebut *soft wheat*. Gandum *hard wheat* cocok untuk membuat roti karena mengandung protein yang tinggi dan dapat membuat adonan yang kuat, kenyal dan memiliki daya kembang yang baik. Sedangkan gandum *soft wheat* cocok untuk pembuatan biskuit, yang terdiri dari gandum merah dan gandum putih (Desrosier, 1988).

Kemampuan daya bentuk adonan ditentukan oleh mutu dan jumlah gluten. Tepung terigu yang berasal dari gandum keras (*hard wheat*) mengandung protein yang bermutu baik (> 10,5%). Jenis terigu dari gandum lunak (*soft wheat*) dengan kandungan protein <10% (U.S. Wheat Associates 1983 dalam Suarni 2009).

Kelebihan dan kekurangan beberapa bahan pangan dan perbandingan kandungan gizi terigu dengan bahan pangan lainnya dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Kelebihan dan Kekurangan Beberapa Bahan Pangan.

Komoditi	Keunggulan	Kekurangan
Terigu	<ul style="list-style-type: none"> - Protein tinggi (10-15%) - Mudah diperoleh di pasar dunia - Mudah diproses jadi berbagai produk 	<ul style="list-style-type: none"> - Asal impor - Memerlukan alat proses yang lebih sulit - Tidak dapat dibudidayakan di Dalam Negeri
Sorgum	<ul style="list-style-type: none"> - Protein tinggi mirip terigu (11%) - Adaptasi lahan tinggi, bisa diratun - Umur pendek & harga murah - Hama sedikit & biaya produksi rendah 	<ul style="list-style-type: none"> - Penyosohan lebih sulit daripada beras - Mengandung tanin, rasa sepat
Beras	<ul style="list-style-type: none"> - Dibudidayakan secara luas di dalam negeri - Mudah diolah jadi tepung - Harga dalam negeri relatif lebih murah 	<ul style="list-style-type: none"> - Dipasar dunia mahal - Keragaman produk terbatas - Protein relatif lebih rendah
Jagung	<ul style="list-style-type: none"> - Dibudidayakan secara luas di dalam negeri - Kandungan B1 & B2 > beras 	<ul style="list-style-type: none"> - Produksi dalam negeri belum mencukupi - Sulit diolah/diproses
Ubi jalar	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil tinggi 15-25 t/ha - Tidak mengandung HCN - Harga relatif lebih murah dari beras 	<ul style="list-style-type: none"> - Produk olahan terbatas
Garut	<ul style="list-style-type: none"> - Areal tanam sempit - Hasil tinggi sampai 19 t/ha 	<ul style="list-style-type: none"> - Protein rendah dan banyak serat - Jenis produk terbatas
Singkong	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil tinggi 15-40 ton/ha - Proses sederhana & mudah diolah - Ditanam dimana-mana 	<ul style="list-style-type: none"> - Protein rendah - Merusak kesuburan tanah - Mengandung HCN

(Sumber : Suarni, 2009)

Tepung terigu yang baik untuk kue-kue kering adalah kandungan proteinnya berkisar antara 8-9%, semakin keras tepung terigu, maka semakin banyak lemak dan gula yang harus ditambahkan untuk memperoleh tekstur yang baik. Tepung terigu yang kadar proteinnya tinggi akan menyebabkan kue menjadi

keras dan penampakkannya kurang baik (permukaan maupun bagian dalamnya menjadi kasar). Jika penambahan tepung terigu terlalu sedikit sedangkan lemak yang ditambahkan cukup banyak maka kue kehilangan bentuk dan rapuh atau mudah patah.

Tabel 6. Komposisi Kimia Tepung terigu dalam 100 gram

Kandungan Zat	Berat/100 gram bahan
karbohidrat	77,30 gram
Protein	8,90 gram
Lemak	1,30 gram
Air	12,00 gram
Fosfor	106,00 gram
Kalsium	16,00 gram
Besi	1,20 gram
Vitamin B1	0,12 gram

(Sumber : Standar Nasional Indonesia, 2000)

Tabel 7. Standar Mutu Tepung Terigu

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan 1.1.Bentuk 1.2.Bau 1.3.Rasa 1.4.Warna	- - - -	Serbuk Normal (bebas bau asing) Normal Putih, khas terigu
2.	Benda Asing	-	Tidak boleh ada
3.	serangga semua bentuk stadia dan potongan-potongannya yang tampak*		Tidak boleh ada
4.	Kehalusan lolos ayakan 212 milimikron	-	Min. 95%
5.	Air	%b/b	Maks. 14,5%
6.	Abu	%b/b	Maks. 0,6%
7.	Protein (N x 5,7)	%b/b	Min. 7,0%
8.	Keasaman	mgKOH/100g	Maks. 50/100 g contoh
9.	Falling number	Detik	Min. 300
10.	Besi (Fe)	mg/kg	Min. 50
11.	Seng (Zn)	mg/kg	
12.	Vitamin B1 (thiamin)	mg/kg	
13.	Vitamin B2 (riboflavin)	mg/kg	
14.	Asam folat	mg/kg	

Lanjutan Tabel 7. Standar Mutu Tepung Terigu

15.	Cemaran logam		
	15.1. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,10
	15.2. Raksa (Hg)	mg/kg	Maks.0,05
	15.3. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 10
16.	Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
17.	Cemaran mikroba		
	17.1. Angka lempeng total	koloni/g	Maks. 106
	17.2. Escherichia coli	APM/g	Maks. 10
	17.3. Kapang	koloni/g	Maks. 104

(Sumber: Standar Nasional Indonesia, 2000).

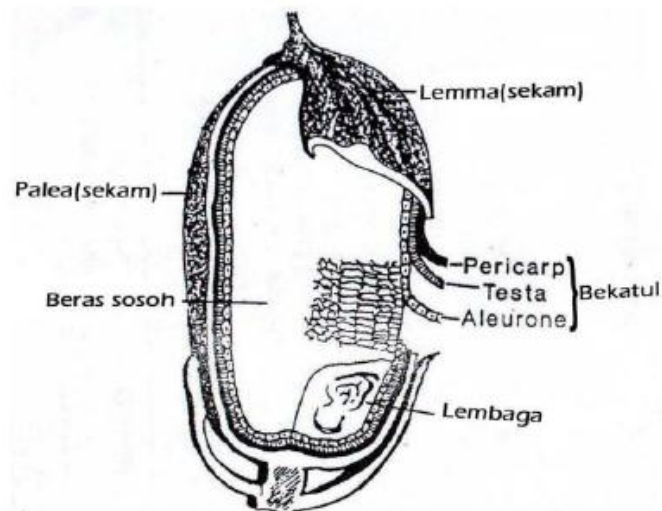
*) tepung terigu di tingkat produsen

2.3. Bekatul

Bekatul adalah lapisan luar dari beras yang terlepas saat proses penggilingan gabah. Bekatul umumnya berwarna coklat muda (Nursalim, 2007). Bekatul (*rice bran*) adalah lapisan terluar dari beras yang terlepas saat proses penggilingan gabah (padi) atau hasil samping penggilingan (padi) atau hasil samping penggilingan padi yang terdiri dari aleuron, endosperm dan germ. Bekatul memiliki warna krem kecoklatan dengan aroma sama seperti aroma beras (Auliana, 2011).

Gabah padi terdiri dari 2 bagian yaitu endosperm atau butiran beras dan kulit padi (sekam). Kulit padi memiliki 2 lapisan yaitu *hull* (lapisan luar) dan *bran* (lapisan dalam). Penggilingan padi bertujuan memisahkan beras dengan sekam yang kemudian dilakukan proses penyosohan dua kali. Penyosohan I menghasilkan dedak dengan tekstur kasar karena masih mengandung sekam dan penyosohan II menghasilkan bekatul (*rice bran*) yang bertekstur halus dan tidak mengandung sekam. Penggilingan padi ini menghasilkan beras sekitar 60-65% dan bekatul sekitar 8-12%. Menurut Dewi (2014), menyatakan bahwa dedak

terdiri atas lapisan dedak sebelah luar dari butiran-butiran padi dengan sejumlah lembaga biji, sedangkan bekatul adalah lapisan dedak sebelah dalam dari butiran padi termasuk sebagian kecil endosperm berpati. Bagian-bagian gabah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Morfologi Gabah Kering (Champagne, 1994 dalam Swastika, 2009)

2.3.1. Kandungan Gizi

Kandungan utama beras adalah karbohidrat. Kandungan gizi lain seperti serat, vitamin B kompleks, protein, tiamin dan niasin lebih banyak terdapat didalam bekatul. Bekatul juga mengandung lemak tidak jenuh yang tinggi, namun lemak ini lebih aman dalam kaitannya dengan kolesterol sehingga aman dikonsumsi oleh penderita kolesterol dan penyakit jantung. Bekatul juga mengandung tokoferol dan tokotrienol yang berfungsi sebagai antioksidan yang bermanfaat dalam berbagai pencegahan penyakit termasuk penuaan dini. Namun demikian kenyataannya keberadaan bekatul masih dianggap sebagai pakan ternak

dan masyarakat lebih memilih mengkonsumsi beras putih dan mengabaikan konsumsi bekatul (Auliana, 2011).

Kandungan gizi bekatul padi antara lain protein 14,5-15,7 g, lemak 2,9-4,3 g, serat kasar 6,8-10,4 g, karbohidrat 50,7-59,2 g, tiamin (vitamin B1) 3-19 mg, riboflavin (vitamin B2) 1,7-2,4 mg, niasin 224-389 mg (Depkes RI, 2005).

- a) Protein, protein adalah zat gizi penting untuk pertumbuhan jaringan dan pemeliharaan jaringan. Protein dibutuhkan dalam jumlah banyak ketika masa tumbuh kembang, masa hamil dan menyusui, serta ketika sakit. Kandungan protein bekatul lebih rendah dibandingkan telur dan protein hewani, tetapi lebih tinggi dari kedelai, jagung dan terigu. Asam amino sebagai unsure penyusun protein pada bekatul juga lebih lengkap dibandingkan beras.
- b) Vitamin B (B1, B2, B3, dan B6), vitamin B adalah vitamin yang dibutuhkan oleh berbagai fungsi syaraf dan juga otot.
- c) Asam lemak tidak jenuh, bekatul juga merupakan sumber asam lemak tidak jenuh esensial. Asam lemak tidak jenuh bermanfaat untuk menurunkan kandungan kolesterol yang berdampak pada kejadian aterosklerosis.
- d) Mineral kalsium dan magnesium, berguna untuk pertumbuhan tulang dan gigi.
- e) Vitamin B15 atau *Pangamic Acid* terutama berfungsi membantu pembentukan asam amino tertentu seperti metionin (Auliana, 2011).

2.3.2. Manfaat Bekatul

Berbagai hasil penelitian yang telah dirangkum oleh Auliani (2011) menunjukkan bahwa bekatul mempunyai nilai gizi tinggi, mengandung senyawa

bioaktif antioksidan, dan mengandung serat *rice bran scharida*. Hasil penelitian tentang manfaat bekatul adalah:

- Adom K dan Liu R, 2002; antioksidan bekatul berupa *oryzanol*, tokoferol dan asam ferulat, antioksidan tersebut mampu menghambat kejadian kecing manis, penyakit *Alzheimer*, mencegah kejadian penyakit jantung dan kanker.
- Godber J, Xu Z, Hegsted M, Walker T, 2002; Rohere C, Siebenmorgen T, 2004; menunjukkan bahwa antioksidan bekatul terutama vitamin E dan *oryzanol*, serta lemak tidak jenuhnya mampu sebagai penurun kolesterol, dan kandungan *rice bran sacharida* mampu mencegah kejadian penyakit kanker.
- Gezcher, A (2007), konsumise bekatul menurunkan 51% resiko kanker adenoma disaluran usus.
- L, Cara, dkk (1992), pria yang diberi diet makanan yang mengandung 70 g lemak, 756 mg kolesterol dan 10 g bekatul ternyata menunjukkan respon positif dalam penurunan trigliserida serum.

2.4. Tepung Modifikasi

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia atau dengan mengganggu struktur asalnya. Pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau merubah beberapa sifat sebelumnya atau sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul pati. Pati dapat dimodifikasi

melalui cara hidrolisis, oksidasi, *cross-linking* atau *cross bonding* dan substitusi (Koswara, 2006).

Modifikasi secara hidrolisis dapat terjadi karena adanya enzim α -amilase yang dapat memecah pati menjadi unit-unit yang lebih kecil dengan memotong ikatan-ikatan glikosidiknya. Kerja enzim amylase pada amilosa berlangsung dalam dua langkah yaitu langkah pertama menjadi degradasi secara sempurna menjadi maltose dan maltotriosa oleh hasil serangan enzim secara acak. Ciri terjadinya hidrolisis ini adalah penurunan kekentalan dan kemampuan dalam mengikat iodium dengan sangat cepat. Langkah kedua jauh lebih lambat dari yang pertama dan meliputi hidrolisis oligosakarida dengan pembentukan glukosa dan maltose (Abdillah, 2010).

Proses hidrolisa pati secara enzimatik terdapat beberapa enzim penghidrolisis pati yang bekerja spesifik yaitu ikatan glikosidik yang diputus, pola pemutusan, aktivitasnya, dan spesifitas enzim menyebabkan produk yang dibentuk akan mempunyai karbohidrat yang beragam. Modifikasi pati dengan metode enzimatik dapat dilakukan dengan berbagai tahapan yaitu likuifaksi, sakarifikasi dan isomerisasi.

2.5. Mikroorganisme Penghasil Enzim

Mikroorganisme terutama ragi, telah digunakan selama beberapa ribu tahun untuk membuat bir, minuman anggur, dan beberapa produk fermentasi lain. Sifat enzim yang tidak hidup dibuktikan secara jelas dengan menggunakan ekstrak ragi yang bebas sel kurang dari dua dasawarsa, ternyata ekstrak tersebut mampu mengkatalisis perubahan glukosa menjadi etanol.

Enzim merupakan suatu kelas protein yang berfungsi sebagai katalis, agen kimiawi yang mengubah laju suatu reaksi tanpa harus dipergunakan oleh reaksi itu (Campbell, 2002). Suatu enzim mempercepat suatu reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi dalam sebuah reaksi. Reaktan dimana suatu enzim bekerja disebut sebagai substrat enzim. Pada saat enzim dan substrat berikatan, kerja katalitik enzim tersebut akan mengubah substrat menjadi produk (atau beberapa produk) reaksi. Aktivitas suatu enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti inhibitor, aktivator, kofaktor, suhu, pH, waktu reaksi enzimatik, konsentrasi enzim, dan konsentrasi substrat. Enzim ini terdapat pada sel-sel tumbuhan, fungi, bakteri, dan hewan. Beberapa sumber enzim dan penggunaannya dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9.

Tabel 8. Beberapa Sumber Enzim Komersial

Sumber	Enzim
Kapang:	
<i>Aspergillus oryzae</i>	α -amilase, protease
<i>Aspergillus niger</i>	α -amilase, glukoamilase, selulase, pectinase, glukosa oksidase, katalase
<i>Rhizopus sp</i>	Amilase, glukoamilase, pectinase, lipase
Bakteri :	
<i>Bacillus subtilis</i>	α -Amilase, protease
<i>Micrococcus lysodeikticus</i>	Katalase
Khamir :	
<i>Sacharomyces lysodeikticus</i>	Invertase
<i>Sacharomyces fragilis</i>	Laktase

Sumber : Tranggono dan Sutardi, 1990

Tabel 9. Penggunaan Beberapa Enzim dari Mikroba

Nama Mikroba	Jenis Enzim Utama	Penggunaan dalam Pengolahan
<i>Bacillus subtilis</i>	Karbohidrase	- Sirup coklat (viskositas) - Serealia pra tanak (modifikasi pati)
	Protease	- Bir (penjernih) - Hidrolisat protein

<i>Aspergillus oryzae</i>	Karbohidrase	- Sirup konvensi - Sari buah (penjernih) - Sirup coklat (viskositas)
	Protease	- Pengempukan daging
<i>Aspergillus niger</i>	Karbohidrase	- Produksi alkohol
	Selulase	- Konsentrat kopi (viskositas)
	Glukosa oksidase	- Pengeringan telur
	Katalase pectinase	- Sari buah/wine
	Lipase	- Keju

Sumber : Beckhorn *et al.*, 1965 dalam Winarno 2002.

2.6. Koji

Koji adalah sekumpulan mikroorganisme dari satu strain mikroorganisme atau campuran beberapa mikroorganisme. Pada dasarnya, adalah budidaya substrat pada cetakan untuk menghasilkan enzim hidrolisis pada biji. Koji berfungsi sebagai sumber dari berbagai enzim katalase yang dapat mendegradasi bahan baku solid untuk produk larut sebagai substrat untuk fermentasi dan bakteri dalam tahap fermentasi berikutnya (Wood, 1985).

Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan prose pembuatan koji adalah kadar air beras, kelembaban ruang dan suhu aerasi kadar air selama fermentasi koji harus diperhatikan pada tahap awal fermentasi koji sekitar 43% dan pada tahap akhir fermentasi koji 30%. Lamanya proses fermentasi juga merupakan salah satu faktor penting dalam fermentasi koji. Bila waktu inkubasi koji terlalu cepat, akan mengakibatkan kurang sempurnanya hidrolisa protein dan polisakarida ada beras. Selain itu enzim yang dihasilkan mikroorganisme akan sedikit. Bila masa inkubasi terlalu lama akan mengakibatkan produksi ammonia berlebihan, sehingga terjadi pembentukan *flavor* yang tidak dapat diterima (Wood, 1985)

2.7. Fermentasi

Fermentasi adalah proses pemecahan karbohidrat dan asam amino secara anaerobic, yaitu tanpa memerlukan oksigen. Senyawa yang dapat dipecah dalam proses fermentasi terutama karbohidrat, sedangkan asam amino hanya dapat difermentasi oleh beberapa jenis bakteri tertentu (Fardiaz, 1992).

Fermentasi merupakan suatu proses dimana komponen-komponen kimiawi dihasilkan sebagai akibat adanya pertumbuhan maupun metabolisme mikroba. Fermentasi dapat meningkatkan nilai gizi bahan yang berkualitas rendah serta berfungsi dalam pengawetan ahan dan merupakan suatu cara untuk menghilangkan zat antinutrisi atau racun yang terkandung dalam suatu bahan makanan. (Satiawiharja, 1992).

2.8. Cookies

Cookies merupakan produk makanan yang dibuat dari bahan dasar terigu yang dipanggang hingga kadar air kurang dari 5%. Biasanya resep produk ini diperkaya dengan lemak dan gula serta ditambah bahan pengembang. *Cookies* merupakan sinonim dari biskuit yang biasa digunakan di Amerika sedangkan biskuit digunakan di Inggris. Dalam hal ini di Indonesia, telah mengelompokkan jenis *cookies* oleh Departemen Perindustrian RI membagi menjadi 4 kelompok yaitu : Biskuit keras, *crackers*, *cookies*, dan *wafer* (Anonim, 2006).

Menurut Matz (1978) dalam kurnia (2003), *cookies* adalah kue kering manis berukuran kecil. *Cookies* digolongkan berdasarkan cara pencampuran dan resep yang dipakainya, dengan adonan yang lunak, renyah, dan tekstur yang kurang padat. Dalam pembuatan *cookies* diperlukan bahan-bahan pengikat dan pelembut. Bahan pengikat yang dimaksud adalah tepung, air dan telur, sedangkan

gula, *shortening*, *baking powder* dan kuning telur merupakan pelembut. Dalam pembuatan *cookies*, tepung, telur dan *baking powder* merupakan komponen yang memegang peranan penting dan berpengaruh terhadap sifat-sifat *cookies* khususnya sifat fisik dan cita rasa.

Menurut Meliani (2002), ada dua metode pencampuran adonan *cookies*, yaitu metode krim (*creaming method*), dan metode *all-in*. pada metode krim semua bahan tidak dicampur secara langsung, melainkan dicampur terlebih dahulu secara berturut-turut lemak dan gula, kemudian ditambah pewarna dan *essense*, kemudian ditambah susu, diikuti penambahan bahan kimia aerasi berikut garam yang sebelumnya telah dilarutkan sedangkan pembuatan *cookies* dengan metode *all-in* yaitu semua bahan dasar dicampur secara langsung bersama tepung.

Tabel 10. Syarat Mutu Kue Kering/*Cookies*

Kriteria Uji	Persyaratan
Keadaan (bau, rasa, warna, tekstur)	Normal
Air (% b/b)	maks. 5
Protein (% b/b)	Min. 6
Abu (% b/b)	Maks. 2
Pewarna dan pemanis buatan	yang tidak diizinkan tidak boleh ada
Cemaran logam:	
Tembaga (mg/kg)	maks. 10
Timbal (mg/kg)	maks. 1
Seng (mg/kg)	maks. 40
Merkuri (mg/kg)	maks, 0,05
Cemaran mikroba:	
Angka komponen total (koloni/g)	Maks. 1 x 10 ⁶
Koliform	Maks. 20
E. Coli	kurang dari 3
kapang (koloni/g)	Maks. 10

(Sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1993)

BAB III METODE PENELITIAN

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

3.1. Bahan dan Alat

3.1.1. Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini dikelompokkan menjadi tiga bagian, yaitu bahan utama, bahan penunjang, dan bahan kimia untuk analisis. Bahan utama yang digunakan adalah biji sorghum dengan jenis sorgum putih varietas numbu dari daerah Cimerak, tepung terigu dari swalayan dengan merk bogasari kunci biru , dan bekatul beras dari toko Agus Herbal di Ujung Berung. Bahan penunjang yang digunakan adalah gula dengan merk gulaku, mentega dengan merk *wishman*, margarin dengan merk palmia, telur ayam, susu full cream dengan merk *dancow*, tepung maizena dengan merk maizenaku, bubuk vanili dengan merk koepoe, dan keju dengan merk *kraft*. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah reagen *Luff Schoorl*, KI 20%, Pb asetat, Na_2CO_3 anhidrat, Na-thiosulfat, indikator pati, NaOH 0,1 N, kalium sulfat, tembaga sulfat, asam oksalat, natrium hidroksida, aquadest, N-heksan, H_2SO_4 pekat, NaOH 30%, batu didih, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 5%, dan HCl 0,1 N.

3.1.2. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kompor, wajan dari *stainless steel*, spatula, *tunnel dryer*, oven, *mixer*, wadah baskom, sendok dari *stainless steel*, timbangan digital, gelas ukur merk *pyrex*, gelas kimia merk *pyrex*,

Erlenmeyer, labu ukur, corong, kertas saring, soxlet, eksikator, kaca arloji, labu *kjehdal* dan neraca elektrik.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian akan dilaksanakan dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan terdiri dari dua tahap. Tahap pertama adalah pembuatan koji. Tahap kedua adalah pembuatan tepung modifikasi sorgum. Sedangkan untuk penelitian utama akan dilakukan penambahan bekatul beras dengan konsentrasi yang bervariasi.

3.2.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang akan dilakukan yaitu proses pembuatan koji yang digunakan untuk tepung modifikasi sorgum secara fermentasi yang akan digunakan untuk penelitian selanjutnya. Pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan koji untuk masing-masing mikroba yaitu *Sacharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*, dan *Bacillus subtilis* lalu membuat tepung modifikasi sorgum yang akan dilanjutkan pada penelitian selanjutnya.

Konsentrasi koji yang akan ditambahkan pada proses tepung modifikasi sorgum adalah sebesar 10%.

Respon yang akan dilakukan adalah respon kimia dengan menganalisa kandungan dekstrin dan kandungan tanin pada tepung modifikasi sorgum.

3.2.2. Penelitian Utama

Pada penelitian utama akan dilakukan percobaan dari tiga formulasi bahan utama *cookies* dengan substitusi tepung sorgum termodifikasi sebesar 70%, 80% dan 90% yang akan ditambahkan dengan bekatul beras sebanyak 5%, 10% dan

15% (Wulandari dan Handarsari, 2010). Formulasi yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 11. Formulasi Pembuatan *Cookies* Sorgum Utama

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum TM. dan Terigu (%)	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(70:30, 80:20, 90:10)	190, 180, 170	38, 36, 34
Terigu			
Tepung Bekatul	5, 10, 15	10, 20, 30	2, 4, 6
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Total	263,4	500	100

3.2.3. Rancangan Perlakuan

Rancangan perlakuan terdiri dari dua faktor yaitu faktor pertama substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dan kedua penambahan bekatul beras, terdiri dari :

1. Tepung modifikasi sorgum : Terigu dengan 3 taraf, yaitu :

$$a_1 = 70\% : 30\%$$

$$a_2 = 80\% : 20\%$$

$$a_3 = 90\% : 10\%$$

2. Penambahan bekatul beras dengan 3 taraf, yaitu :

$$b_1 = 5\%$$

$$b_2 = 10\%$$

$$b_3 = 15\%$$

3.2.4. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3x3 dengan 3 kali pengulangan didapatkan 9 kombinasi perlakuan yang masing-masing 27 satuan percobaan. Desain percobaan RAK dapat dilihat pada Tabel dan dan *lay out* percobaan RAK pola faktorial (3x3) dengan 3 kali dapat dilihat pada Tabel 12.

Model matematika yang digunakan untuk interaksi dalam penelitian adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + K_k + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada satuan percobaan ke-K yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari faktor substitusi tepung modifikasi sorgum: terigu (A) dan taraf ke-j untuk faktor penambahan bekatul beras (B))

μ = Nilai tengah umum

α_i = Pengaruh perlakuan taraf ke-i untuk faktor substitusi tepung modifikasi sorgum: terigu

β_j = pengaruh perlakuan taraf ke-j untuk faktor penambahan bekatul beras

K_k = Pengaruh kelompok ke-k

ϵ_{ijk} = Pengaruh acak (galat percobaan) pada taraf ke i (faktor A), taraf ke j (faktor B), interaksi ab.

Model rancangan percobaan perlakuan dari kedua faktor tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 12. Model Rancangan Percobaan Faktorial 3x3 dalam RAK

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)	Penambahan Bekatul Beras (B)	Ulangan		
		I	II	III
70 : 30 (a_1)	5% (b_1)	$a_1 b_1$	$a_1 b_1$	$a_1 b_1$
	10% (b_2)	$a_1 b_2$	$a_1 b_2$	$a_1 b_2$
	15% (b_3)	$a_1 b_3$	$a_1 b_3$	$a_1 b_3$
80 : 20 (a_2)	5% (b_1)	$a_2 b_1$	$a_2 b_1$	$a_2 b_1$
	10% (b_2)	$a_2 b_2$	$a_2 b_2$	$a_2 b_2$
	15% (b_3)	$a_2 b_3$	$a_2 b_3$	$a_2 b_3$
90 : 10 (a_3)	5% (b_1)	$a_3 b_1$	$a_3 b_1$	$a_3 b_1$
	10% (b_2)	$a_3 b_2$	$a_3 b_2$	$a_3 b_2$
	15% (b_3)	$a_3 b_3$	$a_3 b_3$	$a_3 b_3$

Sumber: Gasperz, 1995

Tabel 13. Tata Letak Percobaan Faktorial 3x3 dengan 3 Kali Ulangan dalam Rancangan Acak Kelompok

Kelompok Ulangan I

a_3b_1	a_2b_2	a_1b_3	a_1b_1	a_2b_3	a_1b_1	a_2b_3	a_3b_1	a_2b_1
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Kelompok Ulangan II

a_3b_2	a_1b_2	a_1b_3	a_3b_2	a_3b_1	a_2b_2	a_1b_2	a_2b_2	a_3b_3
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Kelompok Ulangan III

a_2b_3	a_1b_1	a_3b_3	a_1b_3	a_2b_1	a_1b_2	a_3b_2	a_2b_1	a_3b_3
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

3.2.5. Rancangan Analisis

Berdasarkan rancangan percobaan diatas, maka diibuat analisis variasi (ANAVA) untuk mendapatkan kesimpulan mengenai pengaruh perlakuan. Tabel

ANAVA dapat dilihat pada Tabel 14. Selanjutnya ditentukan daerah penolakan hipotesa, yaitu :

1. H_0 , diterima, jika F hitung $>$ F tabel pada taraf 5% yang berarti terdapat pengaruh yang nyata atau ada pengaruh substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul beras terhadap karakteristik *cookies*.
2. H_0 , ditolak, jika F hitung \leq F tabel pada taraf 5% yang berarti tidak terdapat pengaruh yang nyata atau tidak ada pengaruh substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul terhadap karakteristik *cookies*.

Rancangan percobaan dilakukan apabila terdapat pengaruh antara rata-rata dan masing-masing perlakuan (F hitung $>$ F tabel) adalah melakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan (Gasperz, 1995).

Tabel 14. Sidik Ragam (ANAVA)

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	Taraf Nyata	
					5%	1%
Kelompok	r-1	JKK	KTK	-	-	
A	a-1	JKA	KTA	KTA/KTG		
B	b-1	JKB	KTB	KTB/KTG		
AB	(a-1)(b-1)	JKAB	KTAB	KTAB/KTG		
Galat	(r-1)(t.a-1)	JKG	KTG			
Total	r.t.b-1	JKT	-	-	-	-

Sumber : Gasperz, 1995.

Uji lanjut *Duncan* didasarkan pada sekumpulan nilai beda nyata yang ukurannya semakin besar tergantung pada jarak diantara pangkat-pangkat dari dua nilai tengah yang dibandingkan untuk menguji perbedaan diantara semua

pasangan perlakuan yang mungkin tanpa memperlihatkan jumlah perlakuan yang ada dari percobaan tersebut serta masih dapat mempertahankan tingkat nyata ditetapkan.

3.2.6. Rancangan Respon

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian utama untuk produk *cookies* sorgum terdiri dari:

1. Respon Kimia

Respon kimia yang dilakukan terhadap *cookies* sorgum adalah uji kadar air dengan metode gravimetri, uji kadar serat kasar, uji kadar karbohidrat dan uji kadar protein dengan metode *kjehdal* (Sudarmadji, 1996).

2. Respon Organoleptik

Respon organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat kesukaan konsumen terhadap *cookies* sorgum. Uji yang akan dilakukan adalah Uji Hedonik. Uji hedonik atau uji kesukaan pada dasarnya merupakan pengujian dimana panelis mengemukakan pendapatnya secara spontan, tanpa membandingkan dengan sampel standar atau sampel-sampel yang di uji sebelumnya (Kartika dkk., 1988).

Uji hedonik terhadap sampel *cookies* sorgum dilakukan pada 30 orang panelis dan diminta untuk menilai rasa, aroma, tekstur, warna dan *aftertaste* dari *cookies* sorgum. .

Skala penilaian uji hedonik dapat dilihat pada tabel 15. Penilaian yang terpilih dari respon organoleptik merupakan hasil terbaik dalam pengaplikasian pada *cookies* sorgum.

Tabel 15. Kriteria Skala Hedonik (Uji Kesukaan)

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

Sumber: Kartika dkk., (1988)

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Deskripsi Penelitian Pendahuluan

Prosedur penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu membuat koji dengan menggunakan *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis*, dan *Sacharomyces cerevisiae* kemudian membuat tepung modifikasi sorgum dengan menggunakan koji 10%.

Proses pembuatan koji yaitu sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan

Persiapan bahan yang dilakukan yaitu analisa pendahuluan kadar protein, kadar karbohidrat dan kadar serat biji sorgum, kemudian menentukan sorgum yang akan digunakan, *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis*, dan *Sacharomyces cerevisiae*.

2. Pencucian

Biji sorgum dicuci untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada biji sorgum dengan cara dicuci menggunakan air bersih.

3. Perendaman

Biji Sorgum hasil dari percucian kemudian dilakukan perendaman dengan menggunakan air bersih 25°C selama 20 menit dengan tujuan menurunkan kadar tannin pada biji sorgum.

4. Penirisan

Biji sorgum hasil dari perendaman kemudian ditiriskan guna menghilangkan air sisa perendaman..

5. Penghancuran

Biji sorgum yang telah ditiriskan kemudian dihancurkan guna menghasilkan biji sorgum setengah hancur. Penghancuran dilakukan guna menghasilkan biji sorgum setengah hancur. Penghancuran dilakukan dalam waktu singkat ± 3 detik.

6. Penanakan

Biji sorgum setengah hancur dimasak/dinanak pada suhu $\pm 120^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit, kemudian campurkan terigu yang telah disangrai pada bubur sorgum setelah itu masak lagi selama 5 menit.

7. Pengukusan

Setelah ditanak, nasi sorgum tersebut dikukus selama 30 menit agar nasi sorgum menjadi lebih lunak.

8. *Tempering*/ Pendinginan

Nasi sorgum didinginkan selama 20 menit pada suhu ruang 27°C

9. Inokulasi

Setelah dilakukan proses penghancuran kemudian biji sorgum diinokulasi masing-masing starter mikroorganisme dengan konsentrasi media 300 gram.

10. Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan selama 60 jam pada suhu 35°C.

11. Pengerinan

Pengerinan dilakukan pada suhu 45°C selama 15 jam menggunakan *tunnel dryer*.

12. *Tempering*

Tempering dilakukan pada suhu kamar 27°C.

13. Penggilingan

Biji sorgum yang sudah dikeringkan dilakukan proses penghancuran untuk memudahkan proses pengayakan.

Proses pembuatan tepung sorgum modifikasi diantaranya adalah:

1. Persiapan Bahan

Bahan yang akan digunakan disiapkan terlebih dahulu diantaranya yaitu tepung sorgum dan koji yang telah ditambahkan dengan sorgum

2. Pencucian

Pencucian biji sorgum dimaksudkan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada biji sorgum dengan cara dicuci menggunakan air bersih.

3. Perendaman

Perendaman dilakukan dengan menggunakan air panas 70-90°C selama 20 menit dengan tujuan menurunkan kadar tannin pada biji sorgum juga untuk melunakan kulit pada biji sorgum..

4. Penirisan

Penirisan dilakukan untuk menghilangkan air sisa rendamana pada biji sorgum.

5. Penghancuran

Penghancuran dilakukan dalam waktu singkat ± 3 detik hingga biji sorgum setengah hancur

6. Penanakan

Biji sorgum setengah hancur dimasak/dinakan pada suhu $\pm 120^{\circ}\text{C}$ selama 15 menit, kemudian campurkan terigu yang telah disangrai pada bubur sorgum setelah itu masak lagi selama 5 menit.

7. Pengukusan

Setelah ditanak, nasi sorgum tersebut dikukus selama 30 menit agar nasi sorgum menjadi lebih lunak.

8. *Tempering*/ Pendinginan

Nasi sorgum didinginkan selama 20 menit pada suhu ruang 27°C

9. Pencampuran

Koji sebanyak 10% dari bahan dicampurkan dengan nasi sorgum pada ruang steril.

10. Fermentasi

Biji sorgum kemudian di fermentasi selama 60 jam pada suhu ruang (35°C) dalam keadaan steril.

11. Pengeringan

Pengeringan dilakukan dengan menggunakan alat *tunnel dryer* selama 9 jam pada suhu 60°C.

12. *Tempering*

Tempering dilakukan pada suhu kamar $\pm 27^{\circ}\text{C}$

13. Penggilingan

Biji sorgum dilakukan proses penghancuran hingga halus.

14. Pengayakan

Pengayakan dilakukan dengan ukuran 80 *mesh* untuk mendapatkan tepung sorgum termodifikasi dengan ukuran yang seragam. Apabila tepung tidak lolos pada ukuran 80 *mesh*, maka akan dilakukan proses penggilingan ulang.

15. Analisis

Tepung sorgum kemudian dilakukan analisis kadar karbohidrat, kadar protein, kadar serat dan kadar tanin.

3.3.2. Deskripsi Penelitian Utama

Prosedur penelitian utama yang dilakukan yaitu membuat *cookies* dengan menggunakan tiga formulasi tepung sorgum termodifikasi dan terigu dan akan ditambahkan dengan bekatul beras untuk proses selanjutnya. Proses pembuatan *cookies* sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan

Tepung sorgum termodifikasi dan terigu disiapkan berdasarkan tiga formulasi terbaik untuk proses selanjutnya. Selain itu bahan yang disiapkan adalah

bekatul beras, gula bubuk, telur, margarin dan mentega, baking soda dan tepung maizena.

2. Penimbangan

Bahan yang telah disiapkan kemudian disimpan ke dalam wadah penyimpanan atau baskom.

3. Pencampuran I

Pencampuran mentega, margarine dengan gula bubuk selama ± 3 menit.

4. Pencampuran II

Pencampuran kuning telur, tepung sorgum termodifikasi, tepung terigu, bekatul beras, *baking soda*, tepung maizena, susu selama ± 15 menit.

5. Pencetakan

Bahan yang telah tercampur kemudian dicetak dengan ketebalan ± 1 cm agar selama proses pemanggangan bahan matang secara merata.

6. Pemanggangan

Pemanggangan dilakukan untuk mematangkan bahan *cookiesi* selama 25 menit dengan suhu 120°C

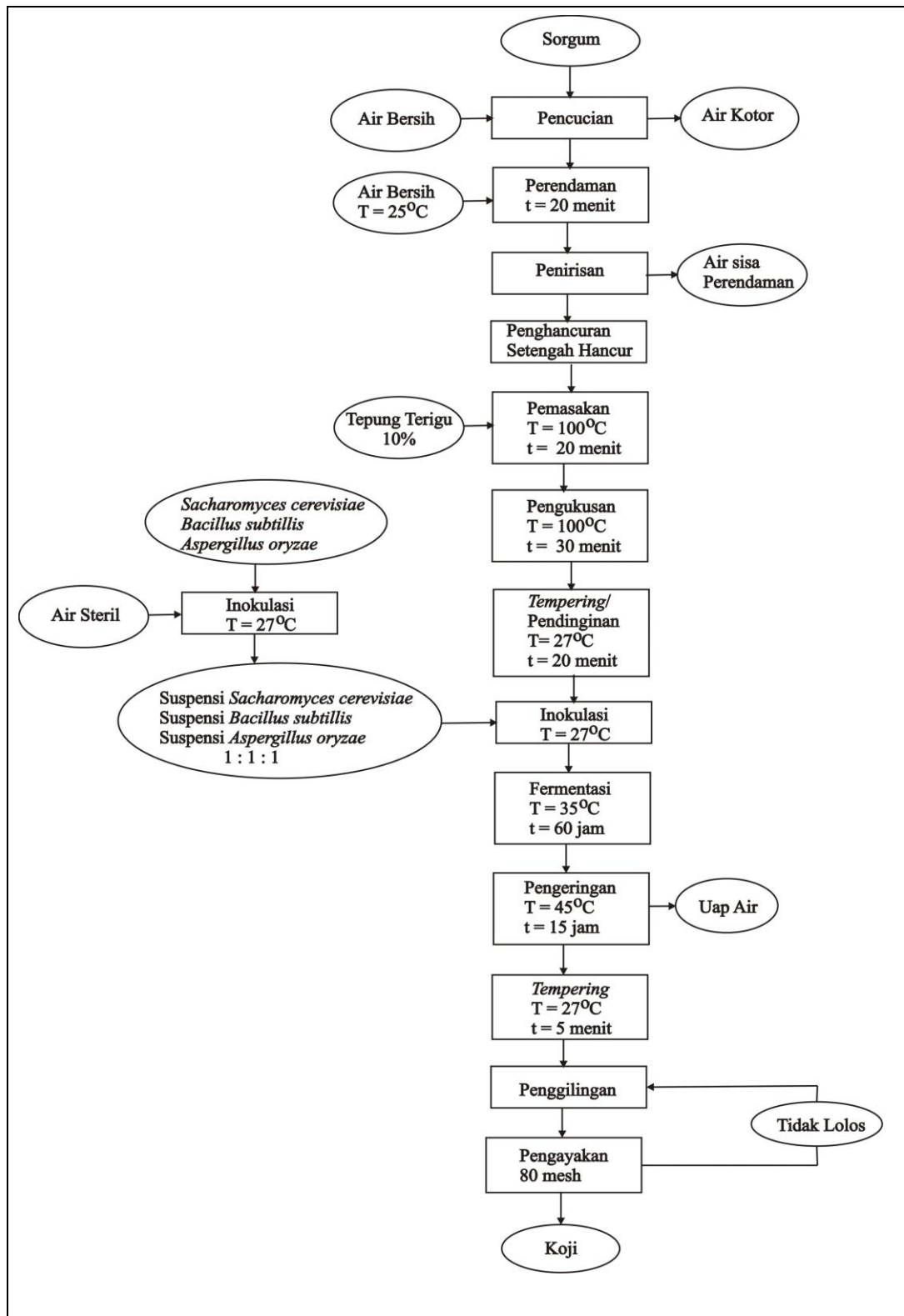
7. *Tempering*

Tempering dilakukan untuk menstabilkan suhu *cookies* agar tidak rapuh dan tidak menimbulkan uap saat penyimpanan.

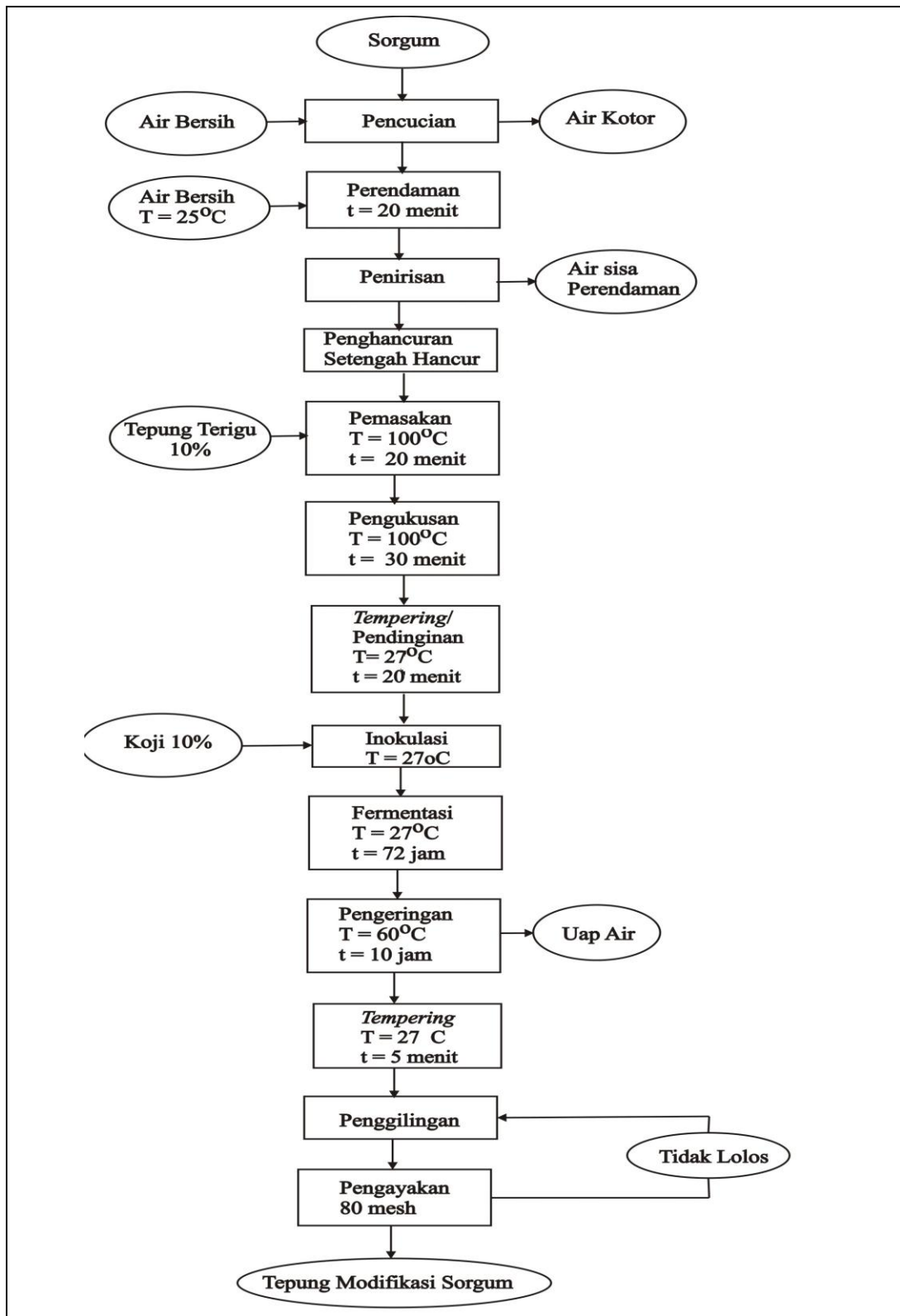
8. Analisis

Cookies yang telah jadi selanjutnya dianalisis kadar air, kadar protein, kadar karbohidrat dan kadar serat.

3.3.3. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan

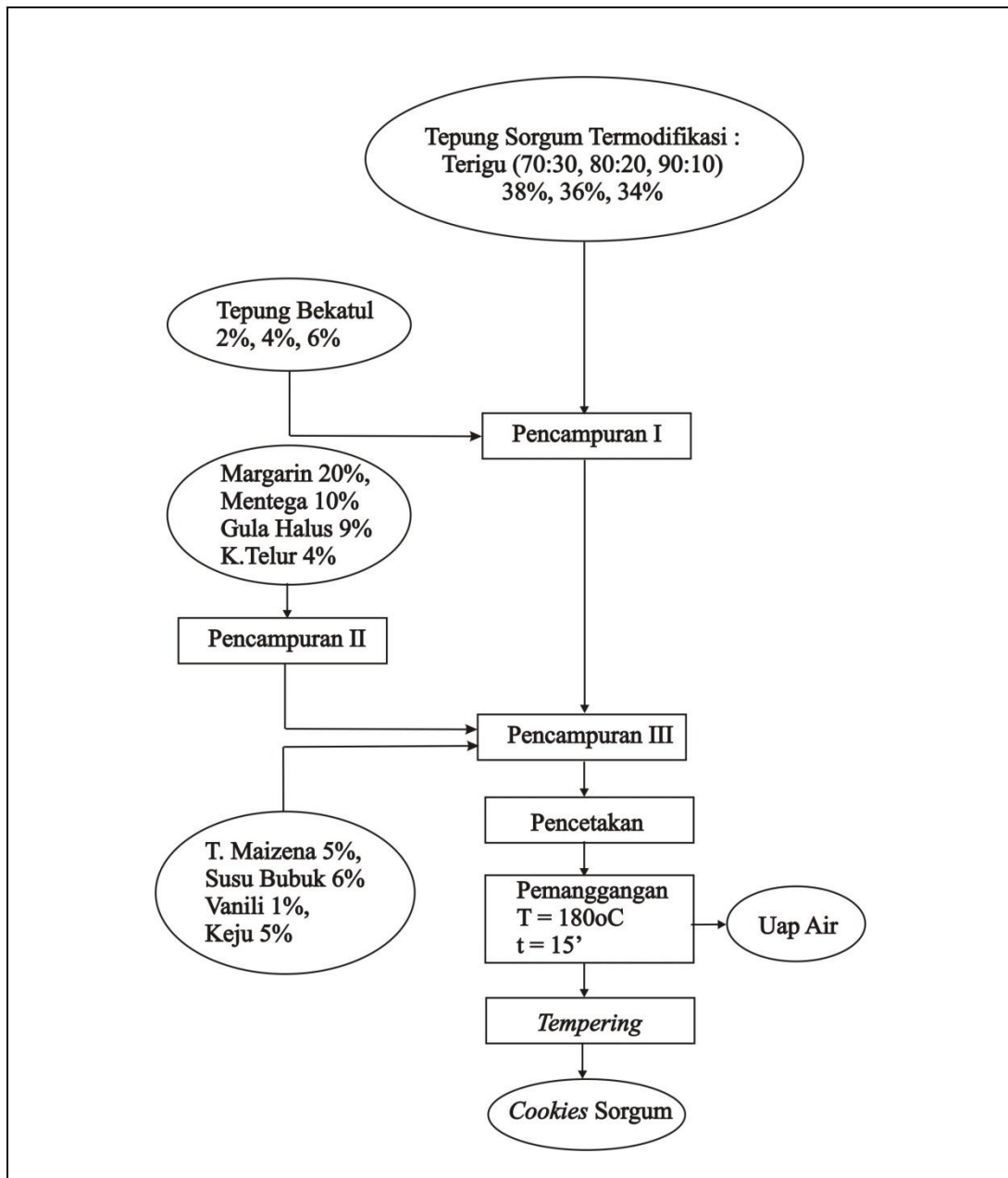


Gambar 3. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Proses Pembuatan Koji



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Proses Pembuatan Tepung Sorgum Termodifikasi

3.3.4. Diagram Alir Penelitian Utama

Gambar 5. Diagram Alir Penelitian Utama Proses Pembuatan *Cookies*

BAB IV PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Penelitian Pendahuluan, dan (2) Penelitian Utama.

4.1 Hasil Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan yang dilakukan meliputi analisis kimia tepung sorgum dan tepung sorgum termodifikasi untuk mengetahui perbedaan komposisi antara tepung sorgum tanpa modifikasi secara fermentasi dengan tepung sorgum yang dimodifikasi secara fermentasi. Kemudian hasil yang diketahui akan digunakan sebagai perbandingan pada penelitian utama pembuatan *cookies*

4.1.1 Pembuatan Koji

Proses pembuatan koji adalah dengan menggunakan sorgum sebagai media pertumbuhan mikroba yang dimasak dan dikukus untuk mematangkan atau menambah volume air pada biji sorgum yg kemudian didinginkan dan di inokulasi dengan suspensi tiga jenis mikroba diantaranya adalah *Sacharomyces cerevisiae*, *Bacillus subtilis*, dan *Aspergillus oryzae* dengan lama fermentasi 60 jam, kemudian dikeringkan pada suhu $\leq 50^{\circ}\text{C}$ hingga kering, selanjutnya koji kering digiling dan diayak dengan ukuran 80 mesh.

4.1.2 Pembuatan Tepung Sorgum Modifikasi

Proses pembuatan tepung modifikasi adalah dengan menambahkan koji pada biji sorgum yang telah dimatangkan kemudian difermentasi selama 72 jam, kemudian dikeringkan pada suhu $\geq 50^{\circ}\text{C}$ hingga kering. Selanjutnya digiling hingga halus lalu diayak dengan ukuran 80 mesh kemudian dilakukan analisis kadar protein, kadar karbohidrat, kadar serat dan kadar tannin.

Hasil analisis tepung sorgum tanpa fermentasi dan tepung sorgum dengan fermentasi dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Analisis Tepung Sorgum Tanpa Fermentasi dan Tepung Sorgum Dengan Fermentasi.

Respon Analisis	Tepung Sorgum Tanpa Fermentasi (%)	Tepung Sorgum Dengan Fermentasi (%)
Kadar Karbohidrat	77,65	69
Kadar Protein	12,082	12,20
Kadar Serat	0,50	1,96
Kadar Tanin	0,90	0,88

Koji merupakan kultur starter campuran atau kultur murni yang biasanya digunakan dalam proses pembuatan kecap, miso, sake dan produk fermentasi lainnya (Buckle,1987).

Mikroba yang digunakan dalam pembuatan koji pada penelitian ini adalah *Saccharomyces cereviceae*, *Bacillus subtilis*, dan *Aspergillus oryzae*. Masing-masing mikroba menghasilkan enzim yang berbeda-beda, diantaranya enzim amilase, protease, lipase, selulase, galaktosidase, glukosaminase dan β -glukosidase.

1. Kadar Karbohidrat

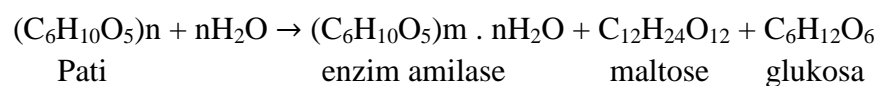
Berdasarkan Tabel 16 diketahui bahwa kadar karbohidrat pada tepung sorgum yang telah difermentasi mengalami penurunan menjadi 4,67%. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi terjadi pemecahan struktur karbohidrat menjadi gula yang lebih sederhana oleh enzim amilase. Enzim amilase dibagi menjadi dua bagian yaitu α -amilase dan β -amilase. B-amilase adalah eksogilosidase yang memotong polimer dari ujung non pereduksi. Produk dari

reaksi ini adalah maltose. Enzim α -amilase adalah endoglikosidase yang dapat menghidrolisis ikatan glikosidik dimanapun sepanjang rantai sehingga dihasilkan glukosa dan maltosa. Amilosa dapat secara sempurna dipecah menjadi glukosa dan maltose, namun amilopektin tidak bisa terdegradasi sempurna karena ikatan cabang tidak bisa putus oleh kedua enzim ini (Setyadi, 2014).

Pada penelitian Armanda (2016), menyebutkan bahwa kadar pati semakin menurun setiap kenaikan konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi. Hal ini dikarenakan terjadi degradasi pati oleh mikroorganisme yang dapat menyebabkan kadar pati mengalami penurunan. Semakin meningkatnya waktu fermentasi maka kemampuan mikroba amilolitik dalam memecahkan pati semakin besar (Maria,2002).

Menurut Setyadi (2014), pati dapat dipecah menjadi unit-unit yang lebih kecil yaitu dengan memotong ikatan glikosidanya. Pada hidrolisis parsial, pati terpecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil dikenal dengan nama dekstrin. Dekstrin adalah hasil antara proses hidrolisis pati sebelum terbentuknya maltose.

Proses hidrolisis pati sebagai berikut:



2. Kadar Protein

Pada Tabel 16 kadar protein pada tepung sorgum yang dilakukan fermentasi mengalami peningkatan menjadi 12,20% dari 12,082%. Hal ini dikarenakan selama fermentasi *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis* menghasilkan enzim protease atau proteolitik. Enzim proteolitik atau protease merupakan enzim yang

bekerja sebagai katalis dalam reaksi pemecahan molekul protein dengan cara hidrolisis (Poedjadi,2005). Hidrolisis merupakan pemecahan H_2O menjadi H^+ dan OH^- . Oleh karena itu selama proses fermentasi enzim protease bekerja menghidrolisis protein menyebabkan kandungan air menjadi berkurang dan kandungan protein menjadi bertambah.

Menurut penelitian Fadlallah dkk (2013) menunjukkan hal yang sama bahwa kandungan protein dalam tepung sorghum yang di fermentasi selama 0, 8, 16 dan 24 jam terus mengalami peningkatan yaitu 9,69; 10,07; 10,24 dan 10,15%. Demikian juga dengan Wakil dan Kazeem (2012) yang menunjukkan kadar protein kasar (%) sorgum terus meningkat kecernaan protein sorgum dari 60,4 ; 70,1 ; 70,9 hingga menjadi 80,2% berturut-turut selama fermentasi 0, 12, 24 dan 36 jam.

3. Kadar Serat

Berdasarkan Tabel 16, terjadi peningkatan kadar serat pada tepung sorgum yang difermentasi. Hal ini diduga karena selama proses fermentasi, enzim yang dihasilkan oleh mikroba *Aspergillus oryzae*, *Bacillus subtilis*, dan *Saccharomyces cereviceae* mendegradasi dan menghidrolisis nutrisi yang terdapat pada biji sorgum seperti kandungan karbohidrat, protein, lemak dan lain-lain menjadi komponen yang lebih sederhana sehingga mudah untuk dicerna oleh tubuh. Oleh sebab itu, kadar serat pada tepung sorgum yang difermentasi lebih tinggi dibandingkan dengan tepung sorgum yang tidak difermentasi.

4. Kadar Tanin

Berdasarkan Tabel 16, menunjukkan bahwa kadar tannin pada tepung sorgum yang difermentasi mengalami penurunan dari 0,90% menjadi 0,88%. Biji

sorgum dikenal memiliki kandungan tannin yang cukup tinggi, berkisar antara 1 – 10% tergantung dari varietas sorgum (Suarni,2012). Berdasarkan penelitian Suarni dan Firmansyah (2005), kandungan tannin pada biji sorgum varietas numbu sebesar 0,95%.

Menurut hasil penelitian Kurniadi dkk. (2013) menunjukkan bahwa kadar tanin mengalami penurunan dengan peningkatan konsentrasi starter dan lama fermentasi. Penurunan kadar tanin selama fermentasi juga dilaporkan oleh Rahman dan Osman (2011), yang menyatakan selama fermentasi tepung sorghum menggunakan 5% starter selama 24 jam mengalami penurunan kandungan tanin secara nyata dari 0,65 – 0,28; 0,32 – 0,14 dan 1,5 – 0,71 (%) berturut – turut pada varietas Safra, Fetarita dan Ahmer. Hal yang sama terjadi pada penelitian Osman (2004) yang menyebutkan kadar tanin menurun sebesar 31 – 35% selama proses fermentasi 24 jam.

Penurunan kandungan tanin terjadi karena degradasi tanin oleh mikroba selama proses fermentasi atau karena berkurangnya kompleks tannin-protein terekstrak (Rahman and Osman,2011). Beberapa bakteri diketahui mempunyai tannin acyl hydrolase atau tannase yang dapat menghidrolisis tannin (Schons dkk.,2012). Mekanisme bakteri dalam menghidrolisis tanin melalui aktivitas enzim tannase yang dapat menghidrolisis ikatan ester (*galloyl ester* dari alkohol) dan *despide bond* (*ester galloyl* dari *gallic acid*) pada substrat seperti *tannic acid*, *epica techin gallate*, *epigallocatechin gallate* dan *chlorogenic acid*. Beberapa metode sederhana selain proses fermentasi seperti pencucian, perendaman,

pemasakan, dan penambahan enzim, juga dapat berpengaruh pada penurunan kandungan tanin, fenol dan fitat dalam sorghum (Schons dkk.,2012).

4.2 Hasil Penelitian Utama

Penelitian utama merupakan lanjutan dari penelitian pendahuluan. Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui adanya pengaruh substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan konsentrasi bekatul.

Rancangan respon yang dilakukan pada penelitian utama adalah respon organoleptik, respon kimia dan respon fisik, respon organoleptik yang dilakukan dengan menggunakan uji hedonik terhadap warna, aroma, tektstur dan rasa, respon kimia meliputi kadar karbohidrat (pati), kadar protein, kadar serat, kadar tannin dan kadar air.

4.2.1 Respon Organoleptik Utama

4.2.1.1 Warna

Warna merupakan suatu sifat bahan yang dianggap berasal dari penyebaran spectrum sinar, begitu juga sifat kila dari bahan dipengaruhi oleh sinar terutama sinar pantul. Warna paling cepat dan mudah memberi kesan tetapi sulit diberi deskripsi dan sulit cara pengukurannya karena penilaiannya secara subjektif, yaitu dengan penglihatan sangat menentukan dalam penilaian komoditi (Soekarno,1985).

Berdasarkan organoleptik warna pada produk *cookies* berbasis tepung modifikasi sorgum, terigu dan bekatul dapat dilihat pada Tabel 17. Berikut:

Tabel 17. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Konsentrasi Bekatul Terhadap Atribut Warna

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)	Konsentrasi Bekatul (B)		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	4,28 A c	2,90 A a	3,78 A b
a ₂ (80:20)	4,47 A b	4,18 B ab	3,97 A a
a ₃ (90:10)	4,74 B b	4,06 B a	3,92 A a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Berdasarkan variasi substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu pada Tabel 17 terhadap atribut warna, pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 70:30, 80:20 dan 90:10 berbeda nyata pada penambahan bekatul 5%. Sedangkan berdasarkan variasi penambahan bekatul 5% dan 10% terhadap atribut warna berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80:20 dan 90:10.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung sorgum modifikasi dan penambahan konsentrasi bekatul, warna *cookies* sorgum menjadi semakin coklat. Sehingga warna tersebut kurang begitu diminati oleh panelis. Hal itu terjadi karena adanya pengaruh dari warna bekatul yang berwarna kecoklatan.

Menurut penelitian Wulandari dan Handarsari (2010) menyatakan bahwa biskuit dengan warna putih kekuningan paling disukai karena pada penambahan bekatul 0% tidak menggunakan bekatul sebagai bahan tambahannya, sehingga

diperoleh warna biskuit yang menarik. Jika biskuit dengan penambahan bekatul 5%, 10%, 15% , dan 20% menunjukkan, bahwa semakin besar persentase penambahan bekatulnya akan menyebabkan turunnya tingkat kesukaan terhadap biskuit.

Berbedanya warna *cookies* setiap perlakuan dikarenakan kandungan karbohidrat dan protein dari bahan yang digunakan berbeda, sehingga akan mempengaruhi proses pencoklatan/ reaksi *browning* non enzimatis yang berbeda. Reaksi *browning* non enzimatis juga dapat dipengaruhi oleh laktosa yang berasal dari susu. Dengan adanya laktosa dan gugus asam amino dari protein yang bereaksi dapat meningkatkan pembentukan warna coklat pada produk.

Menurut Hubbard (2009) mengenai *cookies* substitusi tepung sorgum, menunjukkan bahwa dengan penambahan tepung sorgum yang semakin tinggi menghasilkan warna yang gelap. Penambahan tepung sorgum yang semakin besar menghasilkan *cookies* yang berwarna yang semakin gelap. Warna yang semakin gelap ini terjadi karena adanya senyawa tannin yang terdapat pada tepung sorgum. Tannin dalam sorgum membuat warna bahan olahan menjadi gelap. Tannin tersebut terbawa pada saat proses penepungan yang lolos saat proses pengayakan (Suarni dan Singgih,2012). Menurut Adebawale (2005) dalam penelitian Armada (2016) menyatakan bahwa sifat alami pati sorgum adalah tidak tahan terhadap suhu tinggi.

4.2.1.2 Aroma

Aroma atau bau-bauan dapat didefinisikan sebagai sesuatu yang dapat diamati dengan indera pembau (Kartika,1988). Aroma baru dapat dikenali apabila berbentuk uap dan molekul-molekul komponen aroma tersebut harus sampai

menyentuh silia sel olfaktori. Aroma yang diterima oleh hidung dan otak merupakan campuran empat bau utama yaitu harum, asam, tengik dan bangus (Winarno,1997). Untuk dapat menghasilkan bau, zat-zat harus dapat menguap, sedikit larut dalam air dan sedikit dapat larut dalam lemak (Kartika,1988).

Berdasarkan organoleptik aroma pada produk *cookies* berbasis tepung modifikasi sorgum, terigu dan bekatul dapat dilihat pada Tabel 18. Berikut:

Tabel 18. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Konsentrasi Bekatul Terhadap Atribut Aroma

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Bekatul (B)		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	4,21 c	3,29 a	3,88 b
a ₂ (80:20)	4,08 a	3,96 a	4,10 b
a ₃ (90:10)	4,56 c	3,93 b	3,80 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Berdasarkan variasi substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu pada Tabel 18, dapat dilihat interaksi antara substitusi tepung sorgum modifikasi dan terigu dengan konsentrasi bekatul memberikan perbedaan nyata terhadap aroma *cookies* sorgum. Pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 70:30 berbeda nyata pada penambahan bekatul 5%, pada substitusi 80:20 berbeda nyata pada penambahan bekatul 15%, sedangkan pada substitusi 90:10 berbeda nyata pada penambahan 5%.

Berdasarkan variasi penambahan bekatul, pada penambahan 5% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10, pada konsentrasi 10% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80: 20 dan 90:10, sedangkan pada konsentrasi 15% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80:20. Hal ini disebabkan oleh adanya protein dan karbohidrat pada tepung modifikasi sorgum dan tepung bekatul menyebabkan reaksi *maillard* saat pemanggangan yang menghasilkan senyawa volatile , sehingga menghasilkan aroma yang khas pada *cookies* (Kartika, 1988). Sebagaimana rasa, perubahan aroma ini juga dapat ditentukan oleh komposisi bahan dan mekanisme terjadinya reaksi tersebut, sehingga aroma yang ditimbulkan diduga juga merupakan kombinasi hasil degradasi glukosa yaitu formaldehid dan *furyldialdehyde*, yaitu aroma *bread crust-like* (Puspitasari, 2009).

Aroma *cookies* sorgum dipengaruhi oleh adanya kandungan amilosa yang terdapat didalam adonan. Menurut Haryadi (2006), bahan yang mengandung amilosa sedang mempunyai nilai aroma yang lebih tinggi daripada bahan yang beramilosa tinggi, hal ini disebabkan kadar amilosa sedang memiliki konsistensi gel yang lunak, mempunyai afinitas terhadap senyawa-senyawa aroma (volatile) yang lebih rendah daripada bahan beramilosa tinggi.

4.2.1.3 Tekstur

Tekstur makanan dapat didefinisikan sebagai cara bagaimana berbagai unsur komponen dan unsur ditata dan digabung menjadi mikro dan makrostruktur. Tekstur merupakan segi penting dari mutu makanan, terkadang lebih penting dari pada aroma dan warna (deMan, 1997).

Berdasarkan hasil organoleptik atribut tekstur pada *cookies* berbasis tepung sorgum modifikasi dengan terigu dan tepung bekatul dapat dilihat pada Tabel 19 berikut

Tabel 19. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Konsentrasi Bekatul Terhadap Atribut Tekstur

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Bekatul		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	4,41 A c	3,68 A a	3,94 A b
a ₂ (80:20)	3,81 B c	3,70 B b	3,99 A a
a ₃ (90:10)	4,73 C c	4,10 A a	4,04 B b

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Berdasarkan variasi substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu pada Tabel 19 terhadap atribut tekstur, substitusi 70:30, 80:20 dan 90:10 berbeda nyata pada konsentrasi bekatul 5%. Berdasarkan variasi konsentrasi bekatul, pada konsentrasi 5% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10, pada konsentrasi 10% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80:20 sedangkan pada konsentrasi 15% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10.

Hal ini dikarenakan kandungan protein dan pati yang terdapat pada *cookies* memberikan tekstur yang berbeda-beda tergantung dari banyaknya kandungan protein dan pati didalamnya. Menurut Lia (2006) dalam Suroyo (2013), tepung terigu memiliki kandungan protein berupa gluten yang berperan dalam

menentukan kekenyalan pada bahan. Kadar protein ini menentukan elastisitas dan tekstur, sehingga penggunaannya digunakan sesuai dengan jenis dan spesifikasi adonan yang akan digunakan. Tepung yang memiliki kandungan protein sebesar 6%-8% diperlukan untuk membuat adonan yang bersifat renyah.

Menurut Ratna (2010) dalam Suroyo (2013) mengatakan bahwa selain kandungan protein, tekstur *cookies* juga dipengaruhi oleh pati pada tepung modifikasi sorgum dan bekatul. adanya air pada adonan akan menyebabkan pati menyerap air sehingga granula pati akan menggelembung. Bila dalam keadaan tersebut dipanaskan, pati akan tergelatinisasi, gel pati akan mengalami proses dehidrasi sehingga akhirnya gel membentuk kerangka yang kokoh, menyebabkan tekstur yang dihasilkan menjadi keras dan uap air banyak yang hilang sehingga kadar air pada *cookies* lebih rendah.

4.2.1.4 Rasa

Rasa merupakan atribut mutu dari suatu produk yang sangat berpengaruh terhadap konsumen dalam memilih suatu produk. Suatu produk dapat diterima apabila sesuai dengan selera konsumen. Cita rasa menunjukkan penerimaan konsumen terhadap suatu bahan makanan yang dilakukan oleh alat indera manusia (Winarno,1997).

Beberapa ahli membatasi rasa makanan sebagai kombinasi dari kesan-kesan atau tanggapan cicip, bau dan perabaan tetapi ada pula yang memanfaatkan unsur pendengaran. Peranan pendengaran terutama melihat dari penilaian terhadap kerenyahan makanan tertentu (Soekarto,1988).

Berdasarkan organoleptik atribut rasa produk *cookies* berbasis substitusi tepung sorgum modifikasi dan terigu dengan bekatul dapat dilihat pada Tabel 20 sebagai berikut:

Tabel 20. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Konsentrasi Bekatul Terhadap Atribut Rasa

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)	Bekatul (B)		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	4,42 a C	3,43 a A	3,77 a B
a ₂ (80:20)	4,08 b B	3,63 c B	3,89 a A
a ₃ (90:10)	4,94 c C	3,86 b A	3,78 B A

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertical. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Berdasarkan variasi substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu terhadap konsentrasi bekatul terhadap atribut rasa, pada substitusi 70:30 tidak berbeda nyata dibandingkan dengan substitusi 80:20 dan 90:10 yang masing-masing berbeda nyata dengan penambahan bekatul 10% dan 5%. Berdasarkan variasi penambahan bekatul, pada penambahan 5% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10, pada penambahan 10% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80:20, sedangkan pada penambahan 15% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10.

Dari hasil Tabel 20, dapat dilihat interaksi antara substitusi tepung sorgum modifikasi dan terigu dengan konsentrasi bekatul memberikan perbedaan nyata

terhadap rasa *cookies* sorgum. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi bekatul yang ditambahkan pada *cookies*, semakin rendah rasa suka panelis terhadap *cookies*. Bekatul memiliki rasa yang agak pahit karena adanya kandungan phytohormon sehingga semakin tinggi konsentrasi bekatul yang ditambahkan semakin pahit rasa *cookies* tersebut.

4.2.2 Respon Kimia Utama

4.2.2.1 Kadar Protein

Protein merupakan bagian yang paling penting bagi tubuh. Hal ini dikarenakan protein berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur dalam tubuh. Selain itu juga berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh. Protein salah satu kelompok bahan makronutrien. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O dan N yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Molekul protein mengandung pula fosfor, belerang, dan noda jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga (Winarno,2002).

Berdasarkan pada hasil perhitungan ANAVA bahwa tepung sorgum modifikasi dengan terigu dan interaksi antar kedua bahan berpengaruh dibandingkan dengan tepung bekatul tidak berpengaruh terhadap kadar protein *cookies*.

Hasil analisis kadar protein pada *cookies* berbahan dasar dari tepung sorgum modifikasi, terigu dan bekatul adalah sebagai berikut:

Tabel 21. Hasil Uji Jarak Kadar Protein *Cookies*

Perlakuan	Rata-Rata	Notasi
a ₁ (70:30)	6,822	b
a ₂ (80:20)	6,987	c
a ₃ (90:10)	5,924	a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan hasil uji jarak duncan, dapat dilihat bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu berpengaruh terhadap kadar protein *cookies*. Semakin tinggi substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu, semakin tinggi kandungan protein pada *cookies*. Pada perlakuan substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80:20 berbeda nyata dibandingkan dengan substitusi 70:30 dan 90:10. Hal ini dikarenakan sorgum dan terigu memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dibandingkan dengan sereal lainya.

Tabel 22. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Konsentrasi Bekatul Terhadap Kadar Protein *Cookies*

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu	Bekatul		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	5,573 A a	5,960 A b	6,239 A c
a ₂ (80:20)	6,375 B a	6,959 C b	7,308 C b
a ₃ (90:10)	6,646 C a	6,784 B b	7,355 C c

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertical. Notasi huruf kecil dibaca horizontal

Berdasarkan variasi substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu terhadap kadar protein, pada substitusi 70:30 berbeda nyata pada penambahan bekatul 10%, pada substitusi 80:20 berbeda nyata pada penambahan bekatul 10% dan 15%, sedangkan pada substitusi 90:10 berbeda nyata pada penambahan bekatul 5%. Berdasarkan variasi penambahan bekatul, pada penambahan 5%, 10% dan 15%

berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80:20 dan 90:10.

Kandungan protein tertinggi adalah *cookies* dengan substitusi tepung sorgum modifikasi : terigu (90:10) dan penambahan bekatul 15% yaitu sebesar 7,355%. Menurut persyaratan SNI mengenai syarat *cookies* menyatakan bahwa kadar protein minimum pada *cookies* adalah 6%. Dengan demikian kadar protein dari semua sampel yang ada, hampir memenuhi persyaratan tersebut kecuali pada substitusi tepung modifikasi sorgum (70:30) dengan penambahan bekatul 5% dan 10%.

Pada Tabel 22 menunjukkan peningkatan kadar protein seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung modifikasi sorgum dan bekatul. Hal ini sesuai dengan penelitian Wulandari dan Handarsari (2010) yang menyatakan bahwa pada penambahan bekatul 0%, 5%, 10%, 15% dan 20% kandungan protein pada *cookies* semakin meningkat. Selain itu juga pada penelitian Fatkurahman (2012) menyatakan pada penelitiannya mengenai *cookies* berbahan dasar bekatul beras dan tepung jagung mengalami peningkatan seiring dengan tingginya konsentrasi bekatul yang ditambahkan.

Hal ini dikarenakan bekatul memiliki kandungan protein yang cukup tinggi. Kandungan zat gizi yang dimiliki bekatul yaitu protein 13,11 – 17,19 persen, lemak 2,52 – 5,05 persen, karbohidrat 67,58 – 72,74 persen, dan serat kasar 370,91 -387,3 kalori serta kaya akan vitamin B, terutama vitamin B1 (thiamin). Berdasarkan sumbernya, protein yang terdapat dalam bekatul dapat dimanfaatkan untuk dibuat suatu produk yang dimungkinkan dapat mengatasi masalah kurang

gizi. Selain memiliki kandungan protein yang cukup tinggi bekatul juga tergolong sebagai bahan makanan yang aman untuk dikonsumsi (Wulandari dan Handarsari,2010).

Selain karena pengaruh penambahan bekatul, tingginya substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu juga berpengaruh terhadap meningkatnya kadar protein pada *cookies*. Biji sorgum memiliki kandungan protein yang tinggi dibandingkan dengan biji jagung, jowar dan beras pecah kulit namun lebih rendah dibandingkan dengan gandum (Suarni, 2012). Menurut Direktorat Gizi (1992), kandungan protein pada sorgum adalah 10,4 gram sedangkan pada jagung 9,2 gram, beras kulit pecah 7,9 gram, jowar 7,7 gram dan pada gandum 11,6 gram.

Penelitian ini menggunakan sorgum varietas numbu yang diketahui memiliki kandungan protein sebesar 8,12% (Suarni dan Firmansyah,2005). Sedangkan kadar protein pada bekatul adalah 12-15% (Fatkurahman,2012).

4.2.2.2 Kadar Karbohidrat (Pati)

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama bagi hampir seluruh penduduk dunia. Karbohidrat juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Didalam tubuh, karbohidrat berguna mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral, dan berguna untuk metabolisme lemak dan protein (Winarno,2002).

Berdasarkan perhitungan ANAVA bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dan penambahan konsentrasi bekatul berpengaruh dibandingkan

dengan interaksi antar kedua bahan tidak berpengaruh terhadap kadar karbohidrat (pati).

Hasil perlakuan dari substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu berdasarkan kadar karbohidrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 23. Hasil Uji Jarak Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu Terhadap Kadar Karbohidrat (Pati)

Perlakuan	Nilai Rata-Rata	Notasi
a ₁ (70:30)	39,895	b
a ₂ (80:20)	42,735	c
a ₃ (90:10)	36,783	a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan tabel diatas dapat dilihat bahwa setiap kenaikan substitusi tepung modifikasi sorgum terhadap terigu cenderung mengalami kenaikan dan menunjukkan perbedaan nyata pada kadar karbohidrat produk. Dapat dilihat pada tabel bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80:20 berbeda nyata dari substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 70:30 dan 90:10. Hal ini dikarenakan pada tepung sorgum modifikasi memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Berdasarkan penelitian pendahuluan, tepung modifikasi sorgum memiliki kadar karbohidrat sebesar 69% dan terigu memiliki kadar karbohidrat sebesar 77,3% (Suarni, 2009).

Hasil perlakuan dari penambahan bekatul berdasarkan kadar karbohidrat dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 24. Perlakuan Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Karbohidrat (Pati)

Perlakuan	Nilai Rata-Rata	Notasi
b ₁ (5%)	36,561	a
b ₂ (10%)	40,000	c
b ₃ (15%)	38,636	b

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan hasil perlakuan dari penambahan bekatul pada *cookies* terjadi cenderung mengalami kenaikan seiring dengan banyaknya penambahan bekatul. penambahan bekatul sebanyak 10% mengalami peningkatan yang berbeda nyata dibanding dengan penambahan bekatul sebanyak 5% dan 15%. Hal ini dikarenakan pada bekatul memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, yaitu sebesar 50,7-59,2 g.

Hasil analisis kadar karbohidrat (pati) dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 25. Hasil Analisis Kadar Karbohidrat (Pati) *Cookies* Sorgum

Substitusi Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Konsentrasi Bekatul		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	41,54	42,64	44,05
a ₂ (80:20)	38,61	40,54	40,54
a ₃ (90:10)	35,76	36,85	37,75

Kandungan Karbohidrat (pati) tertinggi adalah substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu 70:30 dan konsentrasi bekatul 15% sebesar 44,05%. Menurut persyaratan SNI mutu *cookies* kadar karbohidrat minimal adalah 70%. Dengan demikian, kadar karbohidrat dari setiap sampel belum memenuhi persyaratan mutu SNI *cookies*. Hal ini disebabkan oleh adanya peningkatan nutrisi lainnya seperti kadar lemak, protein dan kadar abu (Fatkurahman,2012).

Berdasarkan Tabel 25, semakin tinggi penambahan konsentrasi bekatul pada *cookies*, kadar karbohidrat semakin meningkat, namun semakin tinggi substitusi

tepung modifikasi sorgum terhadap terigu maka semakin rendah kadar karbohidrat pada *cookies* Sorgum.

Menurut Sugioto dan Hayati (2006), kadar karbohidrat yang dihitung secara *by difference* dipengaruhi oleh nutrisi lain. Semakin rendah nutrisi lain maka kadar karbohidrat akan semakin meningkat, begitu pula sebaliknya semakin tinggi nutrisi lain maka semakin rendah kadar karbohidrat.

4.2.2.3 Kadar Serat Kasar

Dietary fiber merupakan komponen dari jaringan tanaman yang tahan terhadap proses hidrolisis oleh enzim dalam lambung dan usus kecil. Serat-serat tersebut banyak berasal dari dinding sel berbagai sayuran dan buah-buahan. Secara kimia dinding sel tersebut terdiri dari beberapa jenis karbohidrat seperti selulosa, hemilosa, pectin dan nonkarbohidrat seperti polimer lignin, beberapa gumi, dan *mucilage*. Karena itu *dietary fiber* pada umumnya merupakan karbohidrat atau polisakarida. Walaupun demikian serat kasar tidaklah identik dengan *dietary fiber*. Kira-kira hanya seperlima sampai setengah dari seluruh serat kasar yang benar-benar berfungsi sebagai *dietary fiber* (Winarno,2002).

Substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan bekatul berpengaruh terhadap kadar serat pada *cookies* yang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 26. Pengaruh Interaksi Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Penambahan Konsentrasi Bekatul Terhadap Kadar Serat *Cookies*

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu	Bekatul		
	b ₁	b ₂	b ₃
a ₁	15,732 a	16,359 b	17,641 c
a ₂	17,583 a	18,152 b	18,720 c
a ₃	18,124 a	18,822 b	18,791 b

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertical. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Berdasarkan variasi substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 70:30 dan 80:20 berbeda nyata pada penambahan bekatul sebesar 10% dan 15%, sedangkan pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10 berbeda nyata pada penambahan bekatul 5%. Berdasarkan variasi penambahan bekatul 5%, 10% dan 15% berbeda nyata pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 70:30, 80:20 dan 90:10. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Fatkurahman dkk (2012) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi bekatul yang ditambahkan, semakin tinggi kadar serat pada *cookies* bekatul beras hitam. Selain itu juga menurut penelitian Setyowati dkk (2014) terjadi peningkatan kadar serat seiring dengan banyaknya penambahan bekatul jagung pada *cookies*.

Kadar serat tertinggi adalah substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10 dengan konsentrasi bekatul 15% yaitu sebesar 18,791%. Menurut SNI (1992) syarat kadar serat *cookies* adalah maksimal 0,5%. Hasil penelitian tidak

memenuhi syarat SNI namun tingginya kandungan serat pada *cookies* tidak membahayakan bagi tubuh. Sebaliknya, semakin tinggi kandungan serat pada *cookies* semakin baik pencernaan tubuh (Fatkurahman, 2012). Menurut Joseph (2002) dalam Fatkurahman (2012) menjelaskan bahwa waktu transit makanan dengan kandungan serat kasar yang relatif tinggi juga dilaporkan mencegah penyakit divertikulosis karena berkurangnya tekanan pada dinding saluran pencernaan.

Penurunan dan kenaikan kadar serat pada *cookies* dapat dipengaruhi oleh kandungan nutrisi lainnya. Seperti yang diketahui bahwa kadar serat pada terigu dan tepung modifikasi sorgum relative lebih rendah dibandingkan dengan bekatul. kandungan serat pada terigu sebesar 2,5% (Sunarsi dkk, 2011), tepung modifikasi sorgum 1,96% sedangkan pada bekatul 19,3%-23,8% (Putrawan dkk, 2009).

4.2.2.4 Kadar Tanin

Tanin memiliki peranan biologis yang kompleks, hal ini disebabkan oleh sifat tanin yang sangat kompleks, mulai dari kemampuan pengendap protein hingga pengkhelet logam. Tanin juga dapat berfungsi sebagai antioksidan biologis. Oleh karena itu, efek yang disebabkan oleh tanin tidak dapat diprediksi dan merupakan sifat yang kontroversial. Beragamnya sifat yang dimiliki senyawa tanin dan turunannya sehingga menjadikannya sebagai materi yang mulai diperhatikan banyak peneliti dewasa ini (Harbone, 1996 dalam penelitian Suarni, 2012). Tanin biasanya berikatan dengan karbohidrat dalam membentuk jembatan oksigen, maka dari itu tanin dapat dihidrolisis dengan menggunakan asam sulfat atau asam klorida. Salah satu contoh jenis tanin ini adalah gallotanin yang merupakan senyawa gabungan dari karbohidrat dengan asam galat. Selain

membentuk gallotanin, dua asam galat akan membentuk tanin terhidrolisis yang disebut ellagitanin (Suarni,2012).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu berpengaruh sedangkan penambahan bekatul dan interaksi antar kedua bahan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap kadar tannin pada *cookies*.

Hasil perlakuan dari penambahan bekatul berdasarkan kadar Tanin dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 27. Hasil Uji Jarak Duncan Pada Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu Terhadap Kadar Tanin

Perlakuan	Nilai Rata-Rata	Notasi
a ₁ (70:30)	0,093	a
a ₂ (80:20)	0,093	a
a ₃ (90:10)	0,107	b

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%.

Berdasarkan Tabel 27, dapat dilihat bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 70:30 dan 80:20 tidak berbeda nyata sedangkan pada substitusi 90:10 berbeda nyata pada kadar tannin *cookies*. Hal ini dikarenakan kandungan tannin pada tepung modifikasi sorgum yaitu sebesar 0,88%. Sehingga semakin tinggi substitusi tepung sorgum terhadap terigu maka kandungan tannin pada produk akan semakin bertambah.

Sorgum memiliki kandungan tannin yang relatif tinggi, yaitu berkisar antara 3,67-10,66% tergantung dari jenis sorgum yang digunakan. Pada penelitian ini, varietas sorgum yang digunakan adalah varietas numbu dimana kandungan tanin

didalamnya sebesar 0,95% (Suarni dan Firmansyah, 2005). Kandungan tanin pada *cookies* dapat memberikan rasa sepat yang tidak diharapkan pada *cookies*.

Berikut merupakan hasil perhitungan kadar tannin pada *cookies* dapat dilihat pada Tabel 28.

Tabel 28. Hasil Analisis Kadar Tanin *Cookies* Sorgum

Substitusi Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Konsentrasi Bekatul		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	0,088	0,092	0,098
a ₂ (80:20)	0,088	0,093	0,099
a ₃ (90:10)	0,095	0,103	0,123

Kadar tannin tertinggi pada *cookies* adalah substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10 dengan konsentrasi bekatul 15% yaitu sebesar 0,123%. Semakin banyak penambahan substitusi tepung modifikasi sorgum terhadap terigu menyebabkan kenaikan kandungan tannin pada produk. Pada penelitian ini diduga bekatul memberikan kontribusi yang kecil dalam peningkatan kadar tanin karena bekatul memiliki kandungan senyawa peptide hidrofobik yang merupakan interaksi tannin dengan protein. Hal ini sejalan dengan pernyataan Wulandari (2016) bahwa ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik merupakan dua bentuk interaksi yang paling banyak membentuk kompleks protein-tannin.

Biji sorgum memiliki kandungan tannin yang bervariasi tergantung pada jenis biji dan varietas biji yang digunakan. Menurut Suarni dan Singgih (2002), kandungan tannin pada berbagai varietas biji sorgum memiliki banyak perbedaan diantaranya: Batara Tojeng Eja 10,60%; Batara Tjeng Bae 6,66% Lokal Jereponto 3,67%; Isiap Dorado 1,26%; ICSP 88013 0,48%; ICSV 210 0,30%; ICSV I 0,62%; ICSH 110 1,71%; SPV 462 1,26%; IS-3259 1,82%; Mandau 3,76%;

Manggarai/Selayar 1,71%; UPCA-S1 3,98% sedangkan menurut Suarni dan Firmansyah (2005), varietas biji Kawali 1,08%; dan Numbu 0,95%.

Tannin merupakan zat antinutrisi yang dapat menghambat penyerapan nutrisi seperti protein dan karbohidrat dalam tubuh (Suarni,2012). Apabila konsentrasi tannin pada pangan rendah, tannin tersebut dapat berperan sebagai antioksidan pada tumbuhan. Namun apabila konsentrasi tannin tinggi dapat bernilai negative pada tubuh

4.2.2.5 Kadar Air

Air merupakan bahan yang sangat penting bagi kehidupan umat manusia dan fungsinya tidak pernah dapat digantikan oleh senyawa lain. Air juga merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampilan, tekstur, serta cita rasa makanan. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran, dan daya tahan bahan.

Kandungan air dalam bahan makanan mempengaruhi daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroba yang dinyatakan dengan a_w , yaitu jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya. Berbagai mikroorganisme mempunyai a_w minimum agar dapat tumbuh dengan baik (Winarno,2002).

Berdasarkan hasil perhitungan ANAVA bahwa faktor substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu, konsentrasi bekatul dan interaksi antar kedua bahan tidak berpengaruh terhadap kadar air.

Berikut merupakan hasil perhitungan kadar air dapat dilihat pada Tabel 29:

Tabel 29. Hasil Analisis Kadar Air *Cookies* Sorgum

Substitusi Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Konsentrasi Bekatul		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	2,859	2,294	2,288
a ₂ (80:20)	2,516	2,210	2,202
a ₃ (90:10)	2,208	2,185	1,900

Kadar air terendah adalah pada substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 90:10 dengan konsentrasi bekatul 15% yaitu sebesar 1,900%. Menurut SNI persyaratan kadar air pada mutu *cookies* adalah maksimal 5%. Dari penelitian tersebut, seluruh sampel memenuhi persyaratan SNI. Menurut penelitian Fatkurahman (2012), menyatakan bahwa kadar air terendah dapat dipengaruhi oleh kandungan glutein pada adonan. Semakin rendah kandungan glutein dalam adonan, semakin mudah pelepasan molekul air saat proses pemanggangan.

Tabel 29 menunjukkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung modifikasi sorgum dan penambahan bekatul menyebabkan penurunan kadar air pada *cookies*. Hal ini disebabkan kandungan glutein pada terigu yang terdapat pada adonan semakin rendah akibat penambahan bekatul dan tepung modifikasi sorgum, sehingga pelepasan molekul air semakin mudah.

Penurunan kadar air pada *cookies* sangat penting untuk umur simpan. Semakin tinggi kadar air yang terdapat pada *cookies*, semakin pendek umur simpan pada *cookies* tersebut karena merupakan tempat tumbuhnya mikroba. Jumlah air yang terdapat dalam bahan pangan atau larutan dikenal sebagai aktivitas air (*water activity* = a_w). Air murni mempunyai nilai $a_w = 1,0$. Jenis mikroorganisme yang berbeda membutuhkan jumlah air yang berbeda pula untuk pertumbuhannya. Bakteri umumnya tumbuh dan berkembang biak hanya dalam

media dengan nilai a_w tinggi (0,91), khamir membutuhkan nilai a_w lebih rendah (0,87-0,91) dan kapang lebih rendah lagi (0,80-0,87) (Buckle, 1987).

Pada proses pembuatan cookies pada penelitian ini salah satu prosesnya yaitu pemanggangan, Widowati (2003) menyebutkan ada beberapa kejadian penting yang terjadi selama pemanggangan yaitu pengembangan adonan, koagulasi protein, gelatinisasi pati dan penguapan air. Menurut Widjanarko (2008), pemanasan akan menyebabkan terjadinya gelatinisasi pati dimana granula pati akan membengkak akibat adanya penyerapan air. Pembengkakan granula pati terbatas hingga sekitar 30 % dari berat tepung. Apabila pembengkakan granula pati telah mencapai batas, granula pati tersebut akan pecah sehingga terjadi proses penguapan air.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1) Kesimpulan; (2) Saran.

4.3 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan *cookies* berbahan dasar substitusi dari tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan penambahan konsentrasi bekatul dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil Analisis penelitian pendahuluan pada tepung sorgum modifikasi kadar protein adalah 12,20%, kadar karbohidrat adalah 69%, kadar serat adalah 1,96% dan kadar tannin adalah 0,88%.
2. Substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu berpengaruh terhadap kadar protein, kadar karbohidrat dan kadar tanin *cookies* sorgum
3. Konsentrasi bekatul berpengaruh terhadap kadar karbohidrat dan kadar tannin *cookies* sorgum
4. Interaksi antara substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu dengan konsentrasi bekatul berpengaruh terhadap kadar protein dan kadar serat, dan tidak berpengaruh terhadap kadar karbohidrat, kadar air dan kadar tannin *cookies* sorgum
5. Produk terpilih yaitu sampel *cookies* sorgum dengan substitusi tepung modifikasi sorgum dan terigu 80:20 (a_2) dengan penambahan bekatul 15% (b_3) dengan kadar air 2,20%, kadar protein 7,308%, kadar karbohidrat (pati) 40,54%, kadar serat kasar 18,79%, dan kadar tannin 0,099%.

4.4 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan, saran-saran yang dapat disampaikan diantaranya adalah:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam menentukan konsentrasi koji dan lama fermentasi dalam pembuatan tepung sorgum termodifikasi.
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam menentukan umur simpan tepung sorgum termodifikasi.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk mengurangi kadar phytohormon atau rasa pahit pada bekatul beras.
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dalam menentukan umur simpan *cookies* sorgum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. (2010). **Modifikasi Tepung Pisang Tanduk (*Musa paradisiaca* Formatypica) Melalui Proses Fermentasi Spontan dan Pemanasan Otoklaf Untuk Meningkatkan Kadar Pati Resisten**. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Adebowale, K.O., Olu-Owolabi, B., Olayinka, O., and Lawal, O.S. (2005). *Effect of Heat Moisture Treatment and Annealing on Physicochemical Properties of Red Sorghum Starch*. *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 No. 9 pp.928-933
- Ahmad, L. (2009). **Modifikasi Fisik Pati Jagung dan Aplikasinya Untuk Perbaikan Kualitas Mi Jagung**. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Alsuheindra & Ridawati. (2010). **Pengaruh Modifikasi Secara Pregelatinisasi, Asam dan Enzimatis Terhadap Sifat Fungsional Tepung Umbi Gembili**. Artikel. Tata Boga. Jurusan IKK. UNJ Rawamangun. Jakarta.
- Amalia, T. (2008). **Pengaruh Karakteristik Gula Merah dan Proses Pemasakan Terhadap Mutu Organoleptik Kecap Manis**. Skripsi. Universitas Pertanian Bogor, Bogor.
- Armanda, Y., Putri, Widya D.R. (2016). **Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Sorgum Utuh (*Whole Grain Brown Sorghum Flour*) Terfermentasi Ragi Tape**. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 4 No 2 : 458-467.
- Auliana, R. (2011). **Manfaat Bekatul dan Kandungan Gizinya**. Sleman. Yogyakarta.
- Badan Standardisasi Nasional. (1993). Standar Nasional Indonesia. **Syarat Mutu Kue Kering (*cookies*)**. SNI 01-2973-1992. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Berger, A. (2005). *Similar Cholesterol-lowering Properties of Rice Bran Oil, With Varied Gamma-oryzanol*. in *Mildly Hypercholesterolemic Men*. *Eur J Nutr*.
- BSN (2000), **Komposisi Kimia Tepung Terigu**, Standar nasional Indonesia, Jakarta.

- BSN (2000), **Syarat Mutu Tepung Terigu sebagai bahan makanan**, direktorat jenderal badan pengawas obat dan makanan, Jakarta.
- Buckle, K. A., R. A., Edward, G. H., Fleet and Wooton. (1987). **Ilmu Pangan. UI-Press**, Yogyakarta.
- Campbell, Neil A., Jane B. Reece, dan Lawrence G.M. (2002). **Biologi edisi kelima jilid 1**. Jakarta: Penerbit Erlangga
- Desrosier. N.W., (1988). **Teknologi Pengawetan Makanan**. Cetakan Pertama, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta.
- Dewi, N.M.Ayuk Puspita. (2014). **Stabilitas Bekatul Dalam Upaya Pemanfaatan Sebagai Pangan Fungsional**. Artikel. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana.
- Dicko, M.H., H. Gruppen, A.S. Traore, A.G.J. Voragen, and W.J.H. van Berkel. (2006). *Phenolic Compounds And Related Enzymes As Determinants Of Sorghum For Food Use*. *Biotechnol. Biotechnology and Molecular Biology Review* Vol. 1 (1), pp. 21-38.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (1996). **Sorghum Manis komoditi harapan di Propinsi Kawasan Timur Indonesia**. Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorghum Untuk Pengembangan Agroindustri. Edisi Khusus balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan Dan Umbi-Umbian.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dan Hortikultura. (1996). **Prospek Sorghum Sebagai Bahan dan Industri Pangan**. Risalah Simposium Prospek Tanaman Sorghum Untuk Pengembangan Aggroindustri. Edisi Khusus balai Penelitian Tanaman Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian.
- Ekawati G.A., Puspawati, Gusti A.K.D., & Ina, P.T. (2015). **Aktivitas Antioksidan dan Kada Antosianin Roti Manis Tepung Ubi ungu Modifikasi Selama Penyimpanan dan Perbaikan Formulasi**. *Jurnal. Media Ilmiah Teknologi Pangan* Vol. 2, No.2:148–154.
- Fadlallah, O.E., El Tinay, A.H dan Babiker, E.E. (2010). *Biochemical characteristics of sorghum flour fermented and/or supplemented with chickpea flour*. *International Journal of Biological and Life Sciences. International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering* Vol.4(1):40-44.
- Fardiaz, S. (1992). **Mikrobiologi Pangan**. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

- Faridi H & JM Faubion (1990). *Dough Rheology and baked Product Texture*. Nostrand Reinhold. USA.
- Fatkurahman, R. Atmaka, W., Basito. (2012). **Karakteristik Sensoris dan Sifat Fisikokimia Cookies Dengan substitusi Bekatul Beras Hitam (*Oryza sativa* L.) Dan Tepung jagung (*Zea mays* L.)**. Jurnal Teknosains Pangan Vol. I(1): 49-57.
- Fridata I.G., Pranata, F.S., Purwijantiningsih, L.M.E. (2015). **Kualitas Biskuit Keras Dengan Kombinasi Tepung Ampas Tahu Dan Bekatul Beras Merah**. Artikel. Fakultas Teknologi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Gaspersz, V., (1995), **Teknik Analisis Dalam Penilaian Percobaan**, Tarsito: Bandung.
- Hakiim, A., Sistihapsari, F. (2007). **Modifikasi Fisik-Kimia Tepung Sorgum Berdasarkan Karakteristik Sifat Fisikokimia Sebagai Substituen Tepung Gandum**. Artikel. Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Harbone, J.B. (1996). **Metode Fitokimia Cara Modern Menganalisis Tumbuhan**. Diterjemahkan K. Padmawinata dan I. Sudiro. Edisi kedua. Penerbit ITB, Bandung.
- Hardiyanti, R., Rusmarili, H., Karo, T.K (2013). **Karakteristik Mutu Mie Instan Dari Tepung Komposit Pati Kentang Termodifikasi, Tepung Mocaf, dan Tepung Terigu Dengan Penambahan Garam Fosfat**. Jurnal. J.Rekayasa Pangan dan Pertanian, Vol.I(3): 25-40.
- Hartati, D. (2003). **Pengaruh Konsentrasi Natrium Bikarbonat (NaHCO_3) dan perbandingan Tepung Terigu dengan Tapioka Terhadap Mutu Wafer**. Tugas Akhir Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Haryadi. (2006). **Teknologi Pengolahan Beras**. Penerbit UGM, Yogyakarta.
- Kamen, B. (2000). *Intoduction Stabilized Rice Bran*. Article. *Nutrition Encounter, Novoto, CA. 94948. California*
- Kartika, B., Pudji H., Wahyu S., (1988). **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan**. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta
- Koswara. (2006). **Teknologi Modifikasi Pati**. Ebook Pangan.

- Kurnia, A. (2003). **Pengembangan Produk Kue kering dari Buah Sukun (*Artocarpusaltilis*) dalam Rangka Diversifikasi Pangan Pokok Lokal**, Skripsi Sarjana Teknologi pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Kurniadi, Muhammad. (2013). **Karakteristik Fisikokimia Tepung Biji Sorgum Terfermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus acidophilus***. Jurnal. *Agritech*, Vol. 33(3): 288-295.
- Kusumaningrum, A., (2002). **Laporan Magang Mempelajari Cara Penentuan Umur Simpan Produk Biskuit di PT. SangHang Perkasa**. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Krisna, D.D.A. (2011). **Pengaruh Regelatinisasi dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap sifat Fisik Pada Pembuatan *Edible film* Dari Pati kacang Merah (*Vigna angularis sp.*)**. Tesis. Magister Kimia. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Listianasari, A. (2015). **Pemanfaatan Tepung Sorgum (*sorghum bicolor (L.) Moench*) Termodifikasi dan Pengaruh Konsentrasi *Bread Improver* Terhadap Karakteristik Roti Tawar Sorgum**. Skripsi. Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Pasundan. Bandung.
- Manley, D. J. R. (2000). *Technology of Biscuits, Cracker and Cookies*. Ellis Horwood Limited, Chichester.
- Meiliani, V. (2002). **Mempelajari Penggunaan Tepung Sukun Sebagai Bahan Substitusi Tepung Terigu Dalam Pembuatan Biskuit**. Skripsi Sarjana Jurusan Gizi dan Masyarakat dan Sumber Daya Keluarga, Fakultas Pertanian, IPB, Bogor.
- Muchtadi, D. (1992). **Aspek Biokimia dan Keamanan Pangan**. Penerbit: Departmen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Mulyadi, A. H. & Ma'ruf, A. (2013). **Modifikasi Tepung Ubi Kayu Secara Biologi Menggunakan Starter Bakteri Asam Laktat**. Jurnal. *Techno*, Vol. 14(2): 22-28
- Nurani, D., Sukatjo, S., Nurmalasari, I. (2013). **Optimasi Proses Produksi Tepung Talas (*Colocasia esculenta, L. Schott*) Termodifikasi Secara Fermentasi**. Jurnal IPTEK, Vol. 8(1): 65 - 71

- Rahayu, L.D. (2014). **Pembuatan Cookies Bekatul Berserat Tinggi (Kajian Proporsi Tepung Bekatul (*Rice Bran*) : Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*) Dengan Penambahan margarine)**. Artikel. Program Studi Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Pembangunan Nasional “Veteran”. Jawa Timur. Surabaya. *J.REKAPANGAN*, Vol.9, No.2.
- Rahman, I.E.A., Osman, M.A.W. (2011). **Effect Of Sorghum Type (*Sorghum bicolor*) And Traditional Fermentation On Tannins And Physic Acid Contents And Trypsin Inhibitor Activity**. *Journal Of Food, Agriculture And Environment*, Vol. 9 (3&4) : 163-166.
- Ramadhan, K. (2009). **Aplikasi Pati Sagu Termodifikasi Heat Moisture Treatment Untuk Pembuatan Bihun Instan**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Riana, R. (2013). **Kajian Konsentrasi Koji (*Bacillus Subtilis*) dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar (*Ipomea batatas L.*) yang Dimodifikasi**. Skripsi. Jurusan Tekonologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan, Bandung.
- Rohajatein, U. (2010). **Studi Tentang Pemrosesan Tepung Sorgum Terfosforilasi dan Aplikasinya Pada Berbagai Adonan Pastrri**. *Jurnal Teknologi dan Kejuruan*, Vol. 3, No. 1: 93-106.
- Rooney, L.W. and R.D. (1977). **The Structure of Sorghum And Its Relation to Processing and Nutritional Value**. *Cereal Quality Laboratory*. Texas University. USA.
- Rukmana, J. (2013). **Pengaruh Konsentrasi Starter Mikroorganisme dan Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Tepung Talas (*Calocasia esculenta L. Schot*) Termodifikasi**. Tugas Akhir. Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan, Bandung.
- Schons, P.F., Battestin, U., and Macedo, G.A. (2012). **Fermentation And Enzyme Treatments For Sorghum**. *Brazilian Journal of Microbiology*, Vol. 43, No. 1 : 89-97.
- Setiarto, R.H.B., Widhyastuti, N. (2016). **Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus B307* Terhadap Kadar Proksimat dan Amilografi Tepung Taka Termodifikasi (*Tacca leotopetaloides*)**. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, Vol. 21 (1): 7-12.

- Setiarto, R.H.B. & Widhyastuti, N. (2016). **Pengaruh Fermentasi Bakteri Asam Laktat Terhadap Sifat Fisikokimia Tepung Gadung Termodifikasi (*Dioscorea hispida*)**. Jurnal Litbang Industri, Vol. 6 No. 1: 61-72.
- Sirappa, MP. (2003). **Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia Sebagai Komoditas Alternatif Untuk Pangan, Pakan, dan Industri**. Jurnal Litbang Pertanian, Vol. 22(4): 133-140
- Soekarto, S.T. (1985). **Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian**. Bharata Kaya Aksara. Jakarta.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., Suhardi, (1996), **Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**, Liberty: Yogyakarta.
- Sutrisna, N., Sudianto, Y., Sunandar, N., (2014). **Perancangan Model Usaha Tani Integrasi Tanaman Sorgum dan Ternak Sapi Pada Lahan Suboptimal di Jawa Barat**. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP). Lembang.
- Suarni dan S. Singgih. (2002). **Karakteristik Sifat Fisik dan Komposisi Kimia Beberapa Varietas/Galur Biji Sorgum**. J. Stigma X (2):127-130.
- Suarni. (2004). **Pemanfaatan Tepung Sorgum Untuk Produk Olahan**. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Makassar. Jurnal Litbang Pertanian, Vol. 23 (4): 145-151.
- Suarni dan I.U. Firmansyah. (2005). **Potensi Sorgum Varietas Unggul Sebagai Bahan Pangan Untuk Menunjang Agroindustri**. Prosiding Lokakarya Nasional BPTP Lampung, Universitas Lampung. pp.541-546
- Suarni. (2009). **Potensi Tepung Jagung Dan Sorgum Sebagai Substitusi Terigu Dalam Produk Olahan**. Iptek Tanaman Pangan. Sulawesi. Makassar. Iptek Tanaman Pangan Vol. 4(2):181-193
- Suarni dan M. Yasin. (2011). **Jagung Sebagai Sumber Bahan Pangan Fungsional**. IPTEK Tanaman Pangan. Makassar. Iptek Tanaman Pangan, Vol. 6(1): 41-56
- Suarni (2012). **Potensi Sorgum Sebagai bahan Pangan Fungsional**. Jurnal. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Sulawesi Selatan. Iptek Tanaman Pangan, Vol. 7(1): 58-66

- Suarni dan H. Subagjo. (2013). **Potensi Pengembangan Jagung dan Sorgum Sebagai Sumber Pangan Fungsional**. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Sulawesi. J. Litbang Pertanian, Vol. 32(2): 47-55
- Suarni; Firmansyah, A., (2014). **Struktur, Komposisi Nutrisi dan Teknologi Pengolahan Sorgum**. Artikel. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Makassar.
- Sultan WJ., (1992). *Modern Pastry Chef Vol 1*. Connecticut: The AVI Publishing, Westport.
- Sunarsi, Marcellius Sugeng A., Sri Wahyuni, dan Widiarti Ratnaningsih. 2011. **Memanfaatkan Singkong Menjadi Tepung Mocaf untuk Pemberdayaan Sumberejo**. LPPM Univet Bantara Sukoharjo. Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2011
- Tarmizi, M.R. (2015). **Pengaruh Perbandingan Konsentrasi Tepung Sorgum Termodifikasi (*Sorghum bicolor* (L.)) Dengan Tepung Terigu dan Suhu Pemanggangan Terhadap Sifat Fisiko Kimia *Flakes* Ikan Patin (*Pangasius hypophthalmus*)**. Tugas Akhir. Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan, Bandung.
- Tranggono dan Sutardi. (1990). **Biokimia dan Teknologi Pasca Panen**. PAU Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Poedjadi, A. 2005. **Dasar-Dasar Biokimia**. UI-Press, Jakarta
- Putrawan IDG, Maryana R, Rosmayanti I. 2009. **Ekstraksi Minyak Dedak Padi Menggunakan Isopropil Alkohol**. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia. Bandung.
- Wakil, S. M., dan Kazeen, M. O. (2012). *Quality Assessment Of Weaning Food Produces From Fermented Cereal Legume Blends Using Starter*. *International Food Research Journal*. 19(4): 1679-1685.
- Widiantara, T., Sutrisno, A.D., Juliardi. (2012). **Pengolahan Tepung Ubi Kayu Termodifikasi (*Modified Cassava Flour*) Berdasarkan Variasi Jenis Mikroorganisme dan Lama Fermentasi**. Jurnal. Infomatek, Vol. 14 (1). pp. 27-38.
- Winarno, F.G. (2002). **Kimia Pangan Dan Gizi**. Gramedia. Jakarta.

- Wulandari, M. dan Handarsari, E. (2010). **Pengaruh Penambahan bekatul Terhadap Kadar Protein dan Sifat Organoleptik Biskuit.** Jurnal Pangan dan Gizi, Vol. 01(02): 55-62.
- Wulandari, D. (2016). **Pengaruh Kopigmen Katekol dan Tanin Terhadap Stabilitas Warna Antosianin Ekstrak Bekatul Beras Ketan Hitam.** Tesis. Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung, Bandar Lampung.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Formulir Pengujian Organoleptik Penelitian Utama

FORMULIR PENGUJIAN ORGANOLEPTIK

Nama Panelis :
Tanggal :
Pekerjaan :
Tanda Tangan :

Instruksi :

Dihadapan saudara telah tersedia 9 (sembilan) sampel *Cookies* dan anda diminta memberikan penilaian pada skala hedonik yang sesuai, pada setiap kode sampel berdasarkan skala numeric yang sesuai dengan pernyataan dibawah ini :

Atribut	Skala Numerik
Amat Sangat suka	6
Sangat Suka	5
Suka	4
Tidak suka	3
Sangat tidak suka	2
Amat Sangat Tidak Suka	1

Kode	Atribut			
	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa

**** *Terimakasih* ****

Lampiran 2. Analisa Kadar Tanin Metode Permanganometri

Prinsip metode ini adalah berdasarkan pengoksidasian tannin oleh KMnO_4

Tujuan metode ini adalah untuk mengetahui kadar tannin pada bahan.

Cara kerja metode ini yaitu sampel sebanyak 2 gram ditambahkan aquadest sebanyak 200 ml kemudian dipanaskan selama 30 menit. Setelah dipanaskan kemudian ditandabatkan pada tabung 250 ml kemudian ampas disaring menggunakan kertas saring. Kemudian ambil filtrate sebanyak 10 ml kemudian ditambahkan 5 ml gelatin, 10 ml NaCl asam dan 1 gram serbuk kaolin. Setelah itu tanda bataskan pada tabung 100 ml kemudian saring ampas tersebut. Ambil filtrat sebanyak 10 ml kemudian tambahkan 50 ml aquadest dan 5 ml indigo setelah itu titrasi dengan menggunakan KMnO_4 0,01N hingga TAT kuning muda.

Perhitungan:

$$\text{Kadar Tanin} = \frac{\text{FP} \times (\text{V}_1 + \text{V}_2) \times \frac{\text{NKMnO}_4 \times 0,00416}{0,1}}{\text{Ws}} \times 100\%$$

Keterangan:

FP = Faktor Pengencer

V_1 = Volume KMnO_4 (1)

V_2 = Volume KMnO_4 (2)

W_s = Berat Sampel

Lampiran 3. Analisa Kadar Protein Metode Kjehdahl (Sudarmadji, 2003)

Prinsip metode ini adalah berdasarkan perubahan nitrogen organik menjadi garam amonia dengan cara destruksi dengan asam sulfat pekat dan penambahan suatu katalisator yang sesuai, hasil destruksi didestilasi dalam suasana basa kuat. Gas amonia yang terjadi di dalam destilat ditampung dalam asam baku yang berlebih dan dititrasi dengan larutan baku asam dengan indikator yang sesuai.

Tujuan metode ini adalah untuk menentukan kadar protein dalam suatu bahan dengan metode Kjehdahl.

Cara kerja metode ini yaitu labu dasar bundar dikeringkan terlebih dahulu dari uap air dengan dikonstankan didalam *oven* selama ± 15 menit. Sampel ditimbang sebanyak 1-2 gram bahan kering dan garam kjehdal sebanyak 5 gram kemudian dimasukkan ke dalam labu dasar bundar/labuh kjehdal. Batu didih sebanyak 2-3 buah dan H₂SO₄ sebanyak 15-25 ml juga dimasukkan ke dalam labu kjehdal, untuk H₂SO₄ dimasukkan dengan melalui dinding labu. Setelah itu, labu kjehdal diletakan diatas kompor/api di ruang asam dengan memposisikan labu kjehdal miring 45°C. Suhu destruksi berkisar antara 370-410°C. Dipanaskan dengan api kecil sampai terbentuk arang dan api diperbesar sampai terbentuk larutan jernih, lalu didinginkan. Setelah sampel dingin tambahkan 50 mL aquadest lalu kocok dengan hati-hati. Pindahkan ke labu takar 100 ml, untuk bilasan dari labu kjehdal dimasukkan dalam labu takar lalu kemudian ditandabatkan dengan aquadest. Homogenkan.

Sampel yang sudah diencerkan/ditandabatkan diambil sebanyak 10 mL sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer, lalu ditambahkan dengan 20 ml NaOH 30%, 2 buah batu didih, 50 ml aquadest, 2 buah granula Zn dan 5 ml Na₂SO₃ 5%. Kemudian sampel didestilasi dengan posisi adaptor tercelup ke dalam HCL baku 0,1 N. Destilat dites kebasaannya sampai dengan volumenya ½ nya, lalu destilasi dihentikan sampai dengan destilat tidak mengubah lakmus merah (lakmus merah tetap merah) dan bilas kondensor.

Hasil destilasi/destilat ditambahkan 2-3 tetes indikator phenoftalin kemudian dititras dengan menggunakan NaOH 0,1 N, titik akhir titrasi berwarna merah mudah. Catat volume dari hasil titrasi yang dilakukan.

➤ Perhitungan :

$$\% N = \frac{(Vb - Vs) \times N NaOH \times \Phi \times BE N}{Ws \times 1000} \times 100\%$$

$$\% P = \% N \times \text{Faktor Konversi}$$

Keterangan : Vb = Volume blanko (ml), Vs = Volume titrasi sampel (ml), N NaOH = Normalitas NaOH baku, BE Nitrogen = 14,008 , Ws = Berat sampel (gram)

Lampiran 4. Analisa Kadar Karbohidrat-Pati Metode *Luff Schrool* (Sudarmadji S., 2003).

Untuk kadar pati sampel sebanyak 0,5 gram ditimbang dan dimaukkan ke dalam erlenmeyer 500 ml, lalu tambahkan dengan 200 ml aquadest dan 15 ml HCL pekat. Lalu panaskan selama 2,5 jam (jaga volume total tetap 200ml dengan penambahan aquadest. Setelah dipanaskan selama 2,5 jam kemudian dinginkan di air mengalir tambahkan indikator phenoftalin dan NaOH 30% hingga warna merah muda (jika berlebihan NaOH dinetralkan dengan HCL 9,5 N. Kemudian pindahkan dalam labu takar 500 ml dan tanda bataskan dengan aquadest (larutan sampel C). Dari larutan sampel C dipipet sebanyak 10 ml masukkan dalam erlenmeyer, ditambahkan 15 ml aquadest dan 10 ml reagen Luff Schoorl. Direfluks selama 15 menit, lalu dinginkan di air mengalir. Setelah dingin tambahkan 15 ml H₂SO₄ dan 1 gram KI. Kemudian dititrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,1 N hingga warna kuning mentah (pucat)/ kuning jerami kemudian tambakan 1 ml amylum 1 % homogenkan dan dititrasi kembali menggunakan Na₂S₂O₃ 0,1 N hingga titik akhir titrasi larutan biru hilang/berwarna putih.

$$\text{ml Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \frac{(Vb - Vs) \times N \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}{0,1}$$

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

Lampiran 5. Analisa Kadar Serat, Metode Gravimetri (Sudarmadji, 1996)

Sampel ditimbang sebanyak 1-2 gam dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 500 ml, kemudian ditambahkan 50 ml H₂SO₄ dan di reflux selama 30 menit.

Setelah itu ditambahkan 50 ml NaOH dan direflux selama 30 menit. Samel yang telah dipanaskan, kemudian disaring panas-panas dengan kertas saring Whatman 42 yang telah diketahui bobotnya. Setelah disaring, lalu sampel dicuci dengan 50 ml H₂SO₄ dan 50 ml alcohol, kemudian endaan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C dan ditimbang sampai bobot konstan.

Perhitungan :

$$\text{Kandungan serat (\%)} = \frac{(\text{W kertas serat} - \text{W kertas konstan})}{W_s} \times 100\%$$

Keterangan:

Ws = Berat Sampel

Lampiran 6. Analisa Kadar Air

Prinsip dari metode ini adalah berdasarkan penguapan air yang ada dalam bahan dengan jalan pemanasan, kemudian ditimbang sampai berat konstan. Pengurangan bobot yang terjadi merupakan kandungan air yang terdapat dalam bahan.

Tujuan analisis kadar air ini adalah mengetahui kadar air yang terkandung dalam suatu bahan.

Cara kerja metode ini yaitu cawan alumunium kosong dikeringkan dalam oven dengan suhu 105°C selama 15 menit. Cawan lalu diangkat dan didinginkan dalam desikator selama 5 menit sampai cawan tidak terasa panas. Kemudian ditimbang dan dicatat beratnya. Setelah itu, sampel sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam cawan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan (perubahan berat tidak lebih dari 0,003 gram). Cawan lalu diangkat, didinginkan di dalam desikator, dan ditimbang berat akhirnya. Kadar air dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan: W0 = berat cawan kosong (g)

W1 = berat cawan dan sampel sebelum dikeringkan (g)

W2 = berat cawan dan sampel setelah dikeringkan (g)

Lampiran 7. Formulasi Pembuatan *Cookies*

1. Penelitian Pendahuluan

Tabel 30. Total Kebutuhan Bahan Baku

Bahan	Jumlah (gram)	Persen (%)
Biji Sorgum	900	77
<i>Sacharomyces cereviseae</i>	90	7,6
<i>Bacillus subtilis</i>	90	7,6
<i>Aspergillus niger</i>	90	7,6
<i>Total</i>	1170	100

2. Penelitian Utama

Tabel 31. Perhitungan Formulasi Sampel a₁:b₁ (70:30) : 5%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(70:30) 100	133	38
Terigu		57	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	5	10	2
<i>Total</i>	263,4	500	100

Tabel 32. Perhitungan Formulasi Sampel $a_1:b_2$ (70:30) : 10%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(70:30)	126	36
Terigu	100	54	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	10	20	4
Total	263,4	500	100

Tabel 33. Perhitungan Formulasi Sampel $a_1:b_3$ (70:30) : 15%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(70:30)	119	34
Terigu	100	51	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	15	30	6
Total	263,4	500	100

Tabel 34. Perhitungan Formulasi Sampel a₂:b₁ (80:20) : 5%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(80:20)	152	38
Terigu	100	38	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	5	10	2
Total	263,4	500	100

Tabel 35. Perhitungan Formulasi Sampel a₂:b₂ (80:20) : 10%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(80:20)	144	36
Terigu	100	36	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	10	20	4
Total	263,4	500	100

Tabel 36. Perhitungan Formulasi Sampel $a_2:b_3$ (80:20) : 15%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(80:20)	136	34
Terigu	100	34	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	15	30	6
Total	263,4	500	100

Tabel 37. Perhitungan Formulasi Sampel $a_3:b_1$ (90:10) : 5%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(90:10)	171	38
Terigu	100	19	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	5	10	6
Total	263,4	500	100

Tabel 38. Perhitungan Formulasi Sampel a₃:b₂ (90:10) : 10%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(90:10)	162	36
Terigu	100	18	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	10	20	4
Total	263,4	500	100

Tabel 39. Perhitungan Formulasi Sampel a₃:b₃ (90:10) : 15%

Bahan	Formulasi Mengacu Pada Persentase Tepung Sorgum T. dan Terigu	Formulasi (gram)	Formulasi (%) Mengacu Pada Total Bahan
Tepung Sorgum Termodifikasi	(90:10)	153	34
Terigu	100	17	
Margarin	52,6	100	20
Mentega	26,3	50	10
Gula Halus	24	45	9
Kuning Telur	10,5	20	4
Tepung Maizena	13,2	25	5
Susu Bubuk	16	30	6
Vanili	2,6	5	1
Keju	13,2	25	5
Tepung Bekatul	15	30	6
Total	263,4	500	100

Tabel 40. Total Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama (3 kali ulangan)

Bahan	Jumlah (gram)	<i>Allowance</i>	Gram allowance	Total (gram)
Tepung Sorgum Termodifikasi	3888	10%	388,8	4276,8
Terigu	972	10%	97,2	1069,2
Mentega	2700	10%	270	2970
Margarin	1350	10%	135	1485
Gula Halus	1215	10%	121,5	1336,5
Kuning Telur	540	10%	54	594
Tepung Maizena	675	10%	67,5	742,5
Susu Bubuk	810	10%	81	891
Vanili	135	10%	13,5	148,5
Keju	675	10%	67,5	742,5
Tepung Bekatul	540	10%	54	594
Total				14850

Tabel 41. Total Kebutuhan Respon dan Analisis

Kebutuhan Respon dan Analisis (Pendahuluan)						
Analisis	Kebutuhan	Sampel	Panelis	Total	Allow. 10%	
	(gram)	(buah)	Orang	(gram)		
Kadar Tanin	2	1	-	2	-	
Kadar Dekstrin	2	1	-	2	-	
Kadar Protein	1	2	-	2	-	
Kadar Serat	3	2	-	6	-	
Kadar Karbohidrat	2	2	-	4	-	
Total Kebutuhan (gram)				16		
Kebutuhan Respon dan Analisis (Utama)						
Analisis	kebutuhan	Sampel	Ulangan	Panelis	Total	Allow. 10%
	(gram)	(buah)		Orang	(gram)	
Kadar Protein	1	27	2	-	54	-
Kadar Air	2	27	2	-	108	-
Kadar Lemak	2	27	2	-	108	-
Kadar Serat	3	27	2	-	162	-
Organoleptik	28	9	3	30	22680	2268
Total Kebutuhan Respon dan Analisis (gram)					23112	

Lampiran 8. Perhitungan Analisis Biaya Penelitian

Tabel 42. Rincian Biaya Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Pendahuluan

Bahan	Total (gram/culture)	Harga/kg/culture	Total (harga)
Biji Sorgum	5177	Rp 20.000,-	Rp 103.540,-
<i>Sacharomyces cereviseae</i>	1	Rp 200.000,-	Rp 200.000,-
<i>Rhizopus oryzae</i>	1	Rp 200.000,-	Rp 200.000,-
<i>Bacillus subtilis</i>	1	Rp 200.000,-	Rp 200.000,-
Total			Rp 703.540,-

Tabel 43. Rincian Biaya Kebutuhan Bahan Baku Penelitian Utama

Bahan	Jumlah gram (3x ulangan)	Harga/kg	Total (harga)
Tepung Sorgum	4276,8	Rp. 20.000,00	
Terigu	1069,2	Rp. 8.900,00	Rp 9.515,88
Margarin	2970	Rp 33.000,00	Rp 98.010,00
Mentega	1485	Rp 345.000,00	Rp 512.325,00
Gula Halus	1336,5	Rp 16.500,00	Rp 22.052,25
Kuning Telur	594	Rp 17.900,00	Rp 10.632,60
Tepung Maizena	742,5	Rp 20.000,00	Rp 14.850,00
Susu Bubuk	891	Rp 71.000,00	Rp 63.261,00
Vanili	148,5	Rp 60.000,00	Rp 8.910,00
Keju	742,5	Rp 80.000,00	Rp 59.400,00
Tepung Bekatul	594	Rp 74.000,00	Rp 43.956,00
Total			Rp 842.912,73

Tabel 44. Rincian Biaya Kebutuhan Analisis Penelitian Pendahuluan

Analisa	Sampel	Harga	Jumlah
Kadar Tanin	1	Rp 45.000,-	Rp 45.000,-
Kadar Dekstrin	1	Rp 30.000,-	Rp 30.000,-
Kadar Protein	2	Rp 55.000,-	Rp 110.000,-
Kadar Karbohidrat	2	Rp 30.000,-	Rp 60.000,-
Kadar Serat	2	Rp 20.000,-	Rp 40.000,-
Total			Rp 285.000,-

Tabel 45. Rincian Biaya Kebutuhan Analisis Penelitian Utama

Analisa	Sampel	Harga	Jumlah
Kadar Air	27	Rp 2.500,-	Rp 67.500,-
Kadar Protein	27	Rp 55.000,-	Rp 1.485.000,-
Kadar Karbohidrat	27	Rp 30.000,-	Rp 810.000,-
Kadar Serat	27	Rp 20.000,-	Rp. 540.000,-
Total			Rp 2.902.500,-

Tabel 46. Total Biaya Keseluruhan

	Biaya
Total Bahan Baku Penelitian Pendahuluan	Rp 703.540,00
Total Bahan Baku Penelitian Utama	Rp 842.912,73
Total Analisis Penelitian Pendahuluan	Rp 285.000,00
Total Analisis Penelitian Utama	Rp 2.902.500,00
Total Keseluruhan	Rp 4.733.952,73

Lampiran 9. Perhitungan Analisis Pendahuluan

- Kadar Protein

Pembakuan NaOH :

$$N \text{ NaOH} = \frac{\text{mg asam oksalat}}{V \text{ NaOH} \times \text{BE Asam oksalat}}$$

$$= \frac{0,074 \times 1000}{63,035 \times 11,40}$$

$$N \text{ NaOH} = 0,1030 \text{ N}$$

Perhitungan:

- Biji Sorgum =

$$\text{Diketahui : } W_s = 1,53 \text{ gram}$$

$$V_{\text{blanko}} = 23,00 \text{ ml}$$

$$V \text{ NaOH} = 2,30 \text{ ml}$$

$$FP = 100/10$$

$$\text{Jawab : } \%N = \frac{(23,00 - 2,50) \times 14,008 \times \frac{100}{10} \times 0,1030}{1,53 \times 1000} \times 100\%$$

$$\%N = 1,952$$

$$\% \text{ Protein} = 1,952 \times 6,25$$

$$\% \text{ Protein} = 12,200$$

- Tepung Modifikasi Sorgum:

$$\text{Diketahui : } W_s = 1,53 \text{ gram}$$

$$V_{\text{blanko}} = 23,00 \text{ ml}$$

$$V \text{ NaOH} = 2,50 \text{ ml}$$

$$FP = 100/10$$

Ditanya: Kadar Protein?

$$\text{Jawab : \%N} = \frac{(23,00 - 2,50) \times 14,008 \times \frac{100}{10} \times 0,1030}{1,53 \times 1000} \times 100\%$$

$$\%N = 1,933$$

$$\% \text{ Protein} = 1,933 \times 6,25$$

$$\% \text{ Protein} = 12,082$$

- Kadar Karbohidrat

Pembakuan NaOH :

$$\begin{aligned} N \text{ Tiosulfat} &= \frac{W \text{ KIO}_3 \times 1000}{BE \text{ KIO}_3 \times V \text{ tiosulfat}} \\ &= \frac{0,041 \times 1000}{35,667 \times 11,30} \end{aligned}$$

$$N \text{ Tiosulfat} = 0,1017 \text{ N}$$

Perhitungan:

- Biji Sorgum =

$$\text{Diketahui : } W_s = 1060 \text{ mg}$$

$$V \text{ sampel} = 3,90 \text{ ml}$$

$$FP = 500/10$$

$$\text{Jawab : 1) } V_t = \frac{(V \text{ blanko} - V_s) \times N \text{ tiosulfat}}{0,1}$$

$$= \frac{(11,00 - 3,90) \times 0,1030}{0,1}$$

$$= 7,233$$

2) Konversi mg glukosa dalam 0,1 N

$$7,233 @ 7,00 = 17,2 \text{ gram}$$

$$0,233 \times 2,5 = 0,5825$$

$$\text{Total mg glukosa} = 18,291 \text{ gram}$$

3) Kadar Karbohidrat

$$\begin{aligned} \% \text{ karbohidrat} &= \frac{\text{mg glukosa} \times \text{FP}}{W_s} \\ &= \frac{18,291 \times 500/10}{1060} \times 100\% \\ &= 77,65\% \end{aligned}$$

- Tepung Modifikasi Sorgum:

$$\text{Diketahui : } W_s = 1060 \text{ mg}$$

$$V \text{ sampel} = 4,60 \text{ ml}$$

$$\text{FP} = 500/10$$

Ditanya: Kadar Pati?

$$\begin{aligned} \text{Jawab : 1) } V_t &= \frac{(V \text{ blanko} - V_s) \times N \text{ tiosulfat}}{0,1} \\ &= \frac{(11,00 - 4,60) \times 0,1030}{0,1} = 6,511 \end{aligned}$$

2) Konversi mg glukosa dalam 0,1 N

$$6,511 @ 6,00 = 14,7 \text{ gram}$$

$$0,511 \times 2,5 = 1,2775$$

$$\text{Total mg glukosa} = 16,254 \text{ gram}$$

3) Kadar Karbohidrat

$$\% \text{ karbohidrat} = \frac{\text{mg glukosa} \times \text{FP}}{W_s}$$

$$= \frac{16,254 \times 500/10}{1060} \times 100\%$$

$$= 69,00\%$$

- Kadar Serat

Perhitungan :

➤ Biji Sorgum

Diketahui : $W_s = 2,01$ gram

W kertas konstan = 1,07 gram

W kertas + residu = 1,08 gram

Jawab: Kandungan serat (%) = $\frac{(W \text{ kertas serat} - W \text{ kertas konstan})}{W_s} \times 100\%$

$$= \frac{1,08 - 1,07}{2,01} \times 100\%$$

= 0,50 %

➤ Tepung Modifikasi Sorgum

Diketahui : $W_s = 2,04$ gram

W kertas konstan = 1,05 gram

W kertas + residu = 1,09 gram

Ditanyakan : Kadar serat?

Jawab: Kandungan serat (%) = $\frac{(W \text{ kertas serat} - W \text{ kertas konstan})}{W_s} \times 100\%$

$$= \frac{1,09 - 1,05}{2,04} \times 100\%$$

= 1,96 %

- Kadar Tanin

- Biji Sorgum

Diketahui : $W_s = 2,07$ gram

$V_s = 0,45$ ml

FP = 100/10

N $KMnO_4 = 0,01$

$$\text{Jawab: : Kandungan tanin (\%)} = \frac{FP \times \frac{V_1+V_2}{2} \times \frac{N \text{ KMnO}_4 \times 0,00416}{0,1}}{W_s} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{100}{10} \times 0,45 \times \frac{0,01 \times 0,00416}{0,1}}{2,07} \times 100\%$$

$$= 0,090 \%$$

- Tepung Modifikasi Sorgum

Diketahui : $W_s = 2,03$ gram

$V_s = 0,43$ ml

FP = 100/10

N $KMnO_4 = 0,01$

Ditanyakan : Kadar Tanin?

$$\text{Jawab: : Kandungan tanin (\%)} = \frac{FP \times \frac{V_1+V_2}{2} \times \frac{N \text{ KMnO}_4 \times 0,00416}{0,1}}{W_s} \times 100\%$$

$$= \frac{\frac{100}{10} \times 0,43 \times \frac{0,01 \times 0,00416}{0,1}}{2,03} \times 100\%$$

$$= 0,088\%$$

Lampiran 10. Perhitungan Statistik Penelitian Utama Respon Organoleptik

1.1. Warna

Data Asli

Tabel 47. Rata-rata Data Perhitungan Respon Organoleptik Terhadap Warna

Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)	Kelompok	<i>Bekatul (B)</i>			Total	Rata- rata
		<i>b₁(5%)</i>	<i>b₂(10%)</i>	<i>b₃(15%)</i>		
		5%	10%	15%		
a₁ (70:30)	1	4,00	2,40	3,77	10,17	3,39
	2	4,10	2,57	3,83	10,50	3,50
	3	4,73	3,73	3,73	12,20	4,07
Sub Total		12,83	8,70	11,33	32,87	10,96
Rata-rata Sub Total		4,28	2,90	3,78	10,96	3,65
a₂ (80:20)	1	4,50	4,10	3,90	12,50	4,17
	2	4,50	4,17	4,00	12,67	4,22
	3	4,40	4,00	4,00	12,40	4,13
Sub Total		13,40	12,27	11,90	37,57	6,51
Rata-rata Sub Total		4,47	4,09	3,97	12,52	2,17
a₃ (90:10)	1	4,70	3,90	3,87	12,47	4,16
	2	4,53	4,00	3,90	12,43	4,14
	3	5,00	4,27	4,00	13,27	4,42
Sub Total		14,23	12,17	11,77	38,17	12,72
Rata-rata Sub Total		4,74	4,06	3,92	12,72	4,24
Total		40,47	33,13	35,00	108,60	30,19
Total Rata-rata		13,49	11,04	11,67	36,20	10,06

Data Transformasi

Tabel 48. Data Asli Respon Organoleptik Terhadap Warna *Cookies* Sorgum

Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)	Kelompok	Bekatul (B)			Total	Rata-rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
		5%	10%	15%		
a₁ (70:30)	1	2,11	1,68	2,06	5,85	1,95
	2	2,14	1,73	2,07	5,94	1,98
	3	2,28	2,05	2,05	6,39	2,13
Sub Total		6,54	5,47	6,18	18,18	6,06
Rata-rata Sub Total		2,18	1,82	2,06	6,06	2,02
a₂ (80:20)	1	2,23	2,14	2,09	6,46	2,15
	2	2,23	2,15	2,11	6,49	2,16
	3	2,21	2,17	2,11	6,50	2,17
Sub Total		6,67	6,46	6,32	19,45	6,51
Rata-rata Sub Total		2,22	2,15	2,11	6,48	2,17
a₃ (90:10)	1	2,28	2,09	2,08	6,45	2,15
	2	2,24	2,11	2,21	6,56	2,19
	3	2,34	2,17	2,11	6,62	2,21
Sub Total		6,85	6,37	6,40	19,63	6,54
Rata-rata Sub Total		2,28	2,12	2,13	6,54	2,18
Total		20,05	18,30	18,89	57,25	19,11
Total Rata-rata		6,68	6,10	6,30	19,08	6,37

Perhitungan:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(57,25)^2}{3 \times 3 \times 3} = 121,40$$

$$\text{JKT} = (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK}$$

$$= [(2,11)^2 + (1,68)^2 + \dots + (2,1)^2] - 121,40$$

$$= 0,521$$

$$\text{JK Perlakuan} = \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{(6,54)^2 + (5,47)^2 + \dots + (6,40)^2}{3} \right] - 121,40$$

$$= 0,404$$

$$\text{JK Kelompok} = \left[\frac{((\sum K_1)^2 + (\sum K_2)^2 + \dots + (\sum K_n)^2)}{\sum \text{perlakuan}} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{((18,76)^2 + (18,99)^2 + (19,51)^2)}{\sum \text{perlakuan}} \right] - 121,40$$

$$= 0,033$$

$$\text{JK Faktor (A)} = \left[\frac{\sum (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{(18,18)^2 + (19,45)^2 + (19,63)^2}{3 \times 3} \right] - 121,40$$

$$= 0,138$$

$$\text{JK Faktor (B)} = \left[\frac{\sum (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{(20,05)^2 + (18,30)^2 + (18,89)^2}{3 \times 3} \right] - 121,40$$

$$= 0,176$$

$$\text{JK Interaksi AB} = \left[\frac{\sum (\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)}$$

$$= \left[\frac{(6,54)^2 + (5,47)^2 + \dots + (6,40)^2}{3 \times 3} \right] - 121,40 - 0,138 - 0,176$$

$$= 0,090$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)}$$

$$= 0,521 - 0,033 - 0,138 - 0,176 - 0,090$$

$$= 0,084$$

Tabel 49. Analisis Variansi (ANAVA) *Cookies* Sorgum Atribut Warna

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,033	0,016	-	
Perlakuan	8	0,404	0,05	-	
Faktor a	2	0,138	0,069	13,08*	3,63
Faktor b	2	0,176	0,088	16,67*	3,63
Interaksi (AB)	4	0,090	0,022	4,25*	3,01
Galat	16	0,084	0,0053		
Total	26	0,521			

Keterangan : tn = Tidak Berpengaruh

* = Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel analisis variansi (ANAVA), bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dengan bekatul berpengaruh terhadap warna *cookies*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut duncan.

Uji Jarak Duncan Untuk Warna

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{0,0053}{9}} = 0,024$$

Tabel 50. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum: Terigu (A)

SSR 5%	LSR 5%	Kode	Rata- rata	Perlakuan			Taraf Nyata 5%
				1	2	3	
-	-	a1	2,020	-	-	-	a
3,00	0,073	a2	2,161	0,141*	-	-	b
3,15	0,076	a3	2,181	0,161*	0,020 ^{tn}	-	b

Keterangan: tn = Tidak Berbeda Nyata
* = Berbeda Nyata

Tabel 51. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul (B)

SSR 5%	LSR 5%	Kode	Rata- rata	Perlakuan			Taraf Nyata 5%
				1	2	3	
-	-	b2	2,034	-	-	-	a
3,00	0,073	b3	2,099	0,066 ^{tn}	-	-	a
3,15	0,076	b1	2,228	0,194*	0,129*	-	b

Keterangan: tn = Tidak Berbeda Nyata
* = Berbeda Nyata

$$\text{Standar Error} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0053}{3}} = 0,042$$

Tabel 52. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Interaksi A x B Terhadap Warna Cookies Sorgum

SSR	LSR	Rata-rata perlakuan		perlakuan									Taraf nyata 5%	
		Kode	Rata-rata	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		a1b2	1,822	-										a
3,00	0,126	a1b3	2,059	0,237*	-									b
3,14	0,132	a2b3	2,106	0,283*	0,047 ^{tn}	-								bc
3,23	0,135	a3b2	2,125	0,302*	0,066 ^{tn}	0,019 ^{tn}	-							bc
3,30	0,138	a3b3	2,133	0,311*	0,074 ^{tn}	0,027 ^{tn}	0,008 ^{tn}	-						bc
3,34	0,140	a2b2	2,154	0,332*	0,095 ^{tn}	0,048 ^{tn}	0,029 ^{tn}	0,021 ^{tn}	-					bcd
3,38	0,142	a1b1	2,179	0,356*	0,119 ^{tn}	0,073 ^{tn}	0,054 ^{tn}	0,045 ^{tn}	0,024 ^{tn}	-				bcd
3,40	0,143	a2b1	2,222	0,399*	0,163*	0,116 ^{tn}	0,097 ^{tn}	0,089 ^{tn}	0,068 ^{tn}	0,043 ^{tn}	-			cd
3,42	0,143	a3b1	2,284	0,462*	0,225*	0,178*	0,159*	0,151*	0,130 ^{tn}	0,106 ^{tn}	0,062 ^{tn}	-		d

Uji Lanjut Dua Arah

Tabel 53. Faktor A Sama Dengan B Berbeda

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b2	1,822	-	-	-	a
3,00	0,073	a1b3	2,059	0,237*	-	-	b
3,15	0,076	a1b1	2,179	0,356*	0,119*	-	c

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a2b3	2,106	-	-	-	a
3,00	0,073	a2b2	2,154	0,048 ^{tn}	-	-	ab
3,15	0,076	a2b1	2,222	0,116*	0,068 ^{tn}	-	b

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a3b2	2,125	-	-	-	a
3,00	0,073	a3b3	2,133	0,008 ^{tn}	-	-	a
3,15	0,076	a3b1	2,284	0,159*	0,151*	-	b

Tabel 54. Faktor B Sama Dengan A Berbeda

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b1	2,179	-	-	-	A
3,00	0,073	a2b1	2,222	0,043 ^{tn}	-	-	A
3,15	0,076	a3b1	2,284	0,106*	0,062 ^{tn}	-	B

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b2	1,822	-	-	-	A
3,00	0,073	a3b2	2,125	0,302*	-	-	B
3,15	0,076	a2b2	2,154	0,332*	0,029 ^{tn}	-	B

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b3	2,059	-	-	-	A
3,00	0,073	a2b3	2,106	0,047 ^{tn}	-	-	A
3,15	0,076	a3b3	2,133	0,074 ^{tn}	0,027 ^{tn}	-	A

Tabel 55. Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu dan Bekatul Terhadap Warna *Cookies*

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)	Konsentrasi Bekatul (B)		
	b ₁	b ₂	b ₃
a ₁	2,179 A c	1,822 A a	2,059 A b
a ₂	2,222 A b	2,154 B ab	2,106 A a
a ₃	2,284 B b	2,125 B a	2,133 A a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

1.2. Aroma

Tabel 56. Data Perhitungan Respon Organoleptik Terhadap Aroma
Data Asli

Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata- rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	4,20	3,17	3,90	11,27	3,76
	2	4,23	3,27	3,87	11,37	3,79
	3	4,20	3,43	3,87	11,50	3,83
Sub total		12,63	9,87	11,63	34,13	11,38
Rata-Rata Sub Total		4,21	3,29	3,88	11,38	3,79
a ₂ (80:20)	1	4,17	3,90	3,97	12,03	4,01
	2	4,13	3,80	4,03	11,97	3,99
	3	3,93	4,17	4,30	12,40	4,13
Sub total		12,23	11,87	12,30	36,40	12,13
Rata-Rata Sub Total		4,08	3,96	4,10	12,13	4,04
a ₃ (90:10)	1	4,37	3,83	3,73	11,93	3,98
	2	4,57	4,00	3,87	12,43	4,14
	3	4,73	3,97	3,80	20,16	4,17
Sub total		13,67	11,80	11,40	36,87	12,29
Rata-Rata Sub Total		4,56	3,93	3,80	12,29	4,10
Total		38,53	33,53	35,33	107,40	35,80
Total Rata-Rata		12,84	11,18	11,78	35,80	11,93

Data Transformasi

Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata- rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	2,16	1,90	2,09	6,15	2,05
	2	2,17	1,93	2,08	6,17	2,06
	3	2,16	1,98	2,08	6,22	2,07
Sub total		6,50	5,81	6,24	18,54	6,18
Rata-Rata Sub Total		2,17	1,94	2,08	6,18	2,06
a ₂ (80:20)	1	2,15	2,09	2,10	6,34	2,11
	2	2,14	2,06	2,12	6,32	2,11
	3	2,09	2,15	2,18	6,43	2,14
Sub total		6,38	6,30	6,41	19,09	6,36
Rata-Rata Sub Total		2,13	2,10	2,14	6,36	2,12

a ₃ (90:10)	1	2,20	2,08	2,05	6,32	2,11
	2	2,24	2,12	2,08	6,44	2,15
	3	2,28	2,11	2,07	10,59	2,15
Sub total		6,72	6,30	6,20	19,22	6,41
Rata-Rata Sub Total		2,24	2,10	2,07	6,41	2,14
Total		19,60	18,41	18,85	56,85	18,95
Total Rata-Rata		6,53	6,14	6,28	18,95	6,32

Perhitungan *Cookies* Atribut Aroma

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(56,85)^2}{3 \times 3 \times 3} = 119,71$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK} \\ &= [(2,16)^2 + (2,17)^2 + \dots + (2,07)^2] - 119,71 \\ &= 0,1794 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(6,50)^2 + (5,81)^2 + \dots + (6,20)^2}{3} \right] - 119,71 \\ &= 0,1626 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Kelompok} &= \left[\frac{((\Sigma K_1)^2 + (\Sigma K_2)^2 + \dots + (\Sigma K_n)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{((18,82)^2 + (18,94)^2 + (19,10)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - 119,71 \\ &= 0,0045 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (A)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(18,54)^2 + (19,09)^2 + (19,22)^2}{3 \times 3} \right] - 119,71 \\ &= 0,0289 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (B)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(19,60)^2 + (18,41)^2 + (18,85)^2}{3 \times 3} \right] - 119,71 \\ &= 0,0805 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Interaksi AB} &= \left[\frac{\sum(\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} \\
 &= \left[\frac{(6,50)^2 + (5,85) + \dots + (6,20)^2}{3 \times 3} \right] - 191,70 - 0,0289 - 0,0805 \\
 &= 0,0532
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JKG} &= \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)} \\
 &= 0,1794 - 0,0045 - 0,0289 - 0,0805 - 0,0532 \\
 &= 0,0123
 \end{aligned}$$

Tabel 57. Analisis Variansi (ANAVA) *Cookies* Sorgum Atribut Aroma

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,0045	0,0023	-	
Perlakuan	8	0,1626	0,0203	-	
Faktor A	2	0,0289	0,0144	18,76*	3,63
Faktor B	2	0,0805	0,0403	52,30*	3,63
Interaksi (AB)	4	0,0532	0,0133	17,26*	3,01
Galat	16	0,0123	0,0008		
Total	26	0,1794			

Keterangan: tn= Tidak Berpengaruh

* = Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel analisis variansi (ANAVA), bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dan bekatul berpengaruh terhadap aroma *Cookies*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut duncan.

Uji Jarak Duncan Untuk Aroma

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{0,0008}{9}} = 0,009$$

Tabel 58. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum :
Terigu (A)

SSR 5%	LSR 5%	Kode	Rata- rata	Perlakuan			Taraf Nyata 5%
				1	2	3	
-	-	a1	2,060	-	-	-	a
3,00	0,028	a2	2,121	0,061*	-	-	b
3,15	0,029	a3	2,136	0,076*	0,015 ^{tn}	-	b

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata
* = Berbeda Nyata

Tabel 59. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul (B)

SSR 5%	LSR 5%	Kode	Rata- rata	Perlakuan			Taraf Nyata 5%
				1	2	3	
-	-	b2	2,045	-	-	-	a
3,00	0,028	b3	2,094	0,049*	-	-	b
3,15	0,029	b1	2,178	0,132*	0,083*	-	c

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata
* = Berbeda Nyata

$$\begin{aligned}\text{Standar Error (S}_y) &= \sqrt{\frac{KTG}{r}} \\ &= \sqrt{\frac{0,0008}{3}} = 0,016\end{aligned}$$

$$\text{LSR} = \text{SSR} \times \text{S}_y$$

Tabel 60. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Interaksi A x B Terhadap Aroma Cookies Sorgum

SSR	LSR	Rata-rata perlakuan		perlakuan									Tarf nyata 5%
		Kode	Rata-rata	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		a1b2	1,935	-									a
3,00	0,048	a3b3	2,067	0,132*									b
3,14	0,050	a1b3	2,080	0,145*	0,013 ^{tn}								b
3,23	0,052	a2b2	2,100	0,165*	0,033 ^{tn}	0,020 ^{tn}							b
3,30	0,053	a3b2	2,100	0,165*	0,033 ^{tn}	0,020 ^{tn}	0,000 ^{tn}						b
3,34	0,054	a2b1	2,127	0,192*	0,060*	0,047 ^{tn}	0,027 ^{tn}	0,027 ^{tn}					c
3,38	0,054	a2b3	2,135	0,200*	0,068*	0,056*	0,035 ^{tn}	0,035 ^{tn}	0,008 ^{tn}				d
3,40	0,054	a1b1	2,165	0,230*	0,098*	0,086*	0,065*	0,065*	0,038 ^{tn}	0,030 ^{tn}			e
3,42	0,055	a3b1	2,240	0,305*	0,173*	0,160*	0,140*	0,140*	0,113*	0,105*	0,075*		f

Uji Lanjut Dua Arah

Tabel 61. Faktor A sama, B berbeda

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b2	1,935	-	-	-	a
3,00	0,028	a1b3	2,080	0,145*	-	-	b
3,15	0,029	a1b1	2,165	0,230*	0,086*	-	c

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a2b2	2,100	-	-	-	a
3,00	0,028	a2b1	2,127	0,027 ^{tn}	-	-	a
3,15	0,029	a2b3	2,135	0,035*	0,008 ^{tn}	-	b

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a3b3	2,067	-	-	-	a
3,00	0,028	a3b2	2,100	0,033*	-	-	b
3,15	0,029	a3b1	2,240	0,173*	0,140*	-	c

Tabel 62. Faktor B sama, A berbeda

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a2b1	2,127	-	-	-	A
3,00	0,028	a1b1	2,165	0,038	-	-	B
3,15	0,029	a3b1	2,240	0,113	0,075	-	C

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b2	1,935	-	-	-	A
3,00	0,028	a3b2	2,100	0,165*	-	-	B
3,15	0,029	a2b2	2,100	0,165*	0,000 ^{tn}	-	B

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a3b3	2,067	-	-	-	A
3,00	0,028	a1b3	2,080	0,013	-	-	A
3,15	0,029	a2b3	2,135	0,068	0,056	-	B

Tabel 63. Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A) dan Bekatul (B) Terhadap Aroma *Cookies*

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Bekatul (B)		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	2,165 c	1,935 a	2,080 b
a ₂ (80:20)	2,127 a	2,100 a	2,135 b
a ₃ (90:10)	2,240 c	2,100 b	2,067 a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

1.3. Tekstur

Data Asli

Tabel 64. Data Perhitungan Transformasi Respon Organoleptik Terhadap Tekstur

Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata-rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	4,40	3,60	3,97	11,97	3,99
	2	4,53	3,77	4,07	12,37	4,12
	3	4,30	3,67	3,80	11,77	3,92
Sub total		13,23	11,03	11,83	36,10	12,03
Rata-Rata Sub Total		4,41	3,68	3,94	12,03	4,01
a ₂ (80:20)	1	3,80	3,73	3,90	11,43	3,81
	2	3,83	3,63	4,03	11,50	3,83
	3	3,80	3,73	4,03	11,57	3,86
Sub total		11,43	11,10	11,97	34,50	11,50
Rata-Rata Sub Total		3,81	3,70	3,99	11,50	3,83
a ₃ (90:10)	1	4,57	4,00	4,03	12,60	4,20
	2	4,87	4,23	4,07	13,17	4,39
	3	4,77	4,07	4,03	19,53	4,29
Sub total		14,20	12,30	12,13	38,63	12,88
Rata-Rata Sub Total		4,73	4,10	4,04	12,88	4,29
Total		38,87	34,43	35,93	109,23	36,41
Total Rata-Rata		12,96	11,48	11,98	36,41	12,14

Data Transformasi

Tabel 65. Data Perhitungan Asli Respon Organoleptik Terhadap Tekstur

Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata-rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	2,21	2,01	2,10	6,31	2,10
	2	2,24	2,05	2,13	6,42	2,14
	3	2,18	2,03	2,06	6,27	2,09
Sub total		6,63	6,09	6,29	19,00	6,33
Rata-Rata Sub Total		2,21	2,03	2,10	6,33	2,11
a ₂ (80:20)	1	2,06	2,05	2,08	6,19	2,06
	2	2,07	2,02	2,12	6,21	2,07
	3	2,06	2,05	2,12	6,22	2,07

Sub total		6,19	6,12	6,32	18,63	6,21
Rata-Rata Sub Total		2,06	2,04	2,11	6,21	2,07
a ₃ (90:10)	1	2,24	2,11	2,12	6,47	2,16
	2	2,31	2,17	2,25	6,73	2,24
	3	2,29	2,13	2,12	10,44	2,18
Sub total		6,84	6,41	6,48	19,73	6,58
Rata-Rata Sub Total		2,28	2,14	2,16	6,58	2,19
Total		19,66	18,61	19,09	57,36	19,12
Total Rata-Rata		6,55	6,20	6,36	19,12	6,37

Perhitungan *Cookies* Atribut Tekstur:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(57,36)^2}{3 \times 3 \times 3} = 121,86$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK} \\ &= [(2,21)^2 + (2,01)^2 + \dots + (2,12)^2] - 121,86 \\ &= 0,184 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(6,63)^2 + (6,09)^2 + \dots + (6,48)^2}{3} \right] - 121,86 \\ &= 0,163 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Kelompok} &= \left[\frac{((\Sigma K_1)^2 + (\Sigma K_2)^2 + \dots + (\Sigma K_n)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{((19,66)^2 + (18,61)^2 + (19,09)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - 121,86 \\ &= 0,009 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (A)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(19,00)^2 + (18,63)^2 + (19,73)^2}{3 \times 3} \right] - 121,86 \\ &= 0,070 \end{aligned}$$

$$\text{JK Faktor (B)} = \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{(19,66)^2 + (18,61)^2 + (19,09)^2}{3 \times 3} \right] - 121,86$$

$$= 0,061$$

$$\text{JK Interaksi AB} = \left[\frac{\sum(\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)}$$

$$= \left[\frac{(6,63)^2 + (6,09) + \dots + (6,48)^2}{3} \right] - 121,86 - 0,070 - 0,061$$

$$= 0,032$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)}$$

$$= 0,184 - 0,009 - 0,070 - 0,061 - 0,032$$

$$= 0,012$$

Tabel 66. Analisis Variansi (ANOVA) Cookies Sorgum Atribut Tekstur

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,009	0,005	-	
Perlakuan	8	0,163	0,02	-	
Faktor A	2	0,070	0,035	48,16*	3,63
Faktor B	2	0,061	0,031	41,88*	3,63
Interaksi (AB)	4	0,032	0,008	10,94*	3,01
Galat	16	0,012	0,0007		
Total	26	0,184			

Keterangan: tn= Tidak Berpengaruh

* = Berpengaruh

Kesimpulan:

Berdasarkan tabel analisis variansi (ANOVA), bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dan bekatul berpengaruh terhadap atribut tekstur, sehingga perlu dilakukan uji lanjut duncan.

Uji Jarak Duncan Untuk Tekstur

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{0,0007}{9}} = 0,009$$

Tabel 67. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)

SSR 5%	LSR 5%	Kode	Rata- rata	Perlakuan			Taraf Nyata 5%
				1	2	3	
-	-	a2	2,070	-	-	-	a
3,00	0,027	a1	2,111	0,042*	-	-	b
3,15	0,028	a3	2,192	0,123*	0,081*	-	c

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata
* = Berbeda Nyata

Tabel 68. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul (B)

SSR 5%	LSR 5%	Kode	Rata- rata	Perlakuan			Taraf Nyata 5%
				1	2	3	
-	-	b2	2,068	-	-	-	a
3,00	0,027	b3	2,121	0,054*	-	-	b
3,15	0,028	b1	2,184	0,116*	0,063*	-	c

Keterangan: tn = Tidak Berbeda Nyata
* = Berbeda Nyata

$$\text{Standar Error } S_{(y)} = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0007}{3}} = 0,016$$

$$\text{LSR} = \text{SSR} \times S_y$$

Tabel 69. Uji Jarak Berganda untuk Interaksi A x B Terhadap Tekstur *Cookies* Sorgum

SSR	LSR	Rata-rata perlakuan		perlakuan									Taraf nyata 5%	
		Kode	Rata-rata	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
5%	5%	a1b2	2,029	-										a
3,00	0,047	a2b2	2,039	0,010 ^{tn}	-									a
3,14	0,049	a2b1	2,063	0,034 ^{tn}	0,024 ^{tn}	-								ab
3,23	0,050	a1b3	2,097	0,068*	0,058*	0,034 ^{tn}	-							b
3,30	0,051	a2b3	2,107	0,078*	0,068*	0,044 ^{tn}	0,010 ^{tn}	-						b
3,34	0,052	a3b2	2,136	0,107*	0,097*	0,073*	0,039 ^{tn}	0,029 ^{tn}	-					bc
3,38	0,053	a3b3	2,161	0,132*	0,122*	0,098*	0,064*	0,054*	0,024 ^{tn}	-				cd
3,40	0,053	a1b1	2,209	0,181*	0,170*	0,146*	0,112*	0,102*	0,073*	0,049 ^{tn}	-			d
3,42	0,053	a3b1	2,281	0,252*	0,242*	0,218*	0,184*	0,174*	0,145*	0,120*	0,072*	-		e

Uji Lanjut Dua Arah

Tabel 70. Faktor A sama, B berbeda

SSR	LSR	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b2	2,029	-	-	-	a
3,00	0,027	a1b3	2,097	0,068*	-	-	b
3,15	0,028	a1b1	2,209	0,181*	0,112*	-	c

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a2b2	2,039	-	-	-	a
3,00	0,027	a2b1	2,063	0,024 ^{tn}	-	-	b
3,15	0,028	a2b3	2,107	0,068*	0,044*	-	c

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a3b2	2,136	-	-	-	a
3,00	0,027	a3b3	2,161	0,024 ^{tn}	-	-	b
3,15	0,028	a3b1	2,281	0,145*	0,120*	-	c

Tabel 71. Faktor B sama, A berbeda

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a2b1	2,063	-	-	-	A
3,00	0,027	a1b1	2,209	0,146*	-	-	B
3,15	0,028	a3b1	2,281	0,218*	0,072*	-	C

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b2	2,029	-	-	-	A
3,00	0,027	a2b2	2,039	0,010 ^{tn}	-	-	A
3,15	0,028	a3b2	2,136	0,107*	0,097*	-	B

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b3	2,097	-	-	-	A
3,00	0,027	a2b3	2,107	0,010 ^{tn}	-	-	A
3,15	0,028	a3b3	2,161	0,064*	0,054*	-	B

Tabel 72. Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A) dan Bekatul (B) Terhadap Tekstur *Cookies* Sorgum

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Bekatul		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	2,209 A c	2,029 A a	2,097 A b
a ₂ (80:20)	2,063 B c	2,039 B b	2,107 A a
a ₃ (90:10)	2,281 C c	2,136 A a	2,161 B b

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

1.4. Rasa

Data Asli

Tabel 73. Data Perhitungan Data Asli Respon Organoleptik Terhadap Rasa

Substitusi Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata- rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	4,17	3,13	3,73	11,03	3,68
	2	4,73	3,47	3,77	11,97	3,99
	3	4,37	3,70	3,80	11,87	3,96
Sub total		13,27	10,30	11,30	34,87	11,62
Rata-Rata Sub Total		4,42	3,43	3,77	11,62	3,87
a ₂ (80:20)	1	4,13	3,53	3,80	11,47	3,82
	2	4,03	3,70	3,93	11,67	3,89
	3	4,07	3,67	3,93	11,67	3,89
Sub total		12,23	10,90	11,67	34,80	11,60
Rata-Rata Sub Total		4,08	3,63	3,89	11,60	3,87
a ₃ (90:10)	1	4,73	3,73	3,57	12,03	4,01
	2	5,03	3,90	3,83	12,77	4,26
	3	5,07	3,93	3,93	19,48	4,31
Sub total		14,83	11,57	11,33	37,73	12,58
Rata-Rata Sub Total		4,94	3,86	3,78	12,58	4,19
Total		40,33	32,77	34,30	107,40	35,80
Total Rata-Rata		13,44	10,92	11,43	35,80	11,93

Data Transformasi

Tabel 74. Data Perhitungan Transformasi Respon Organoleptik Terhadap Rasa

Substitusi Tepung Sorgum Modifikasi : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata- rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	2,15	1,88	2,04	6,07	2,02
	2	2,28	1,98	2,05	6,31	2,10
	3	2,20	2,03	2,06	6,29	2,10
Sub total		6,64	5,89	6,15	18,68	6,23
Rata-Rata Sub Total		2,21	1,96	2,05	6,23	2,08
a ₂ (80:20)	1	2,14	2,00	2,06	6,19	2,06
	2	2,12	2,04	2,10	6,25	2,08
	3	2,12	2,03	2,09	6,25	2,08

Sub total		6,38	6,06	6,25	18,69	6,23
Rata-Rata Sub Total		2,13	2,02	2,08	6,23	2,08
a ₃ (90:10)	1	2,28	2,05	2,00	6,33	2,11
	2	2,35	2,09	2,21	6,64	2,21
	3	2,36	2,09	2,10	10,42	2,18
Sub total		6,99	6,23	6,30	19,52	6,51
Rata-Rata Sub Total		2,33	2,08	2,10	6,51	2,17
Total		20,00	18,18	18,71	56,89	18,96
Total Rata-Rata		6,67	6,06	6,24	18,96	6,32

Perhitungan *Cookies* Sorgum Atribut Rasa:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(56,89)^2}{3 \times 3 \times 3} = 119,86$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK} \\ &= [(2,15)^2 + (1,88)^2 + \dots + (2,10)^2] - 119,86 \\ &= 0,328 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(6,64)^2 + (5,89)^2 + \dots + (6,30)^2}{3} \right] - 119,86 \\ &= 0,279 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Kelompok} &= \left[\frac{((\Sigma K_1)^2 + (\Sigma K_2)^2 + \dots + (\Sigma K_n)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{((20,00)^2 + (18,18)^2 + (18,71)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - 119,86 \\ &= 0,023 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (A)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(18,68)^2 + (18,69)^2 + (19,52)^2}{3 \times 3} \right] - 119,86 \\ &= 0,051 \end{aligned}$$

$$\text{JK Faktor (B)} = \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK}$$

$$= \left[\frac{(20,00)^2 + (18,18)^2 + (18,71)^2}{3 \times 3} \right] - 119,86$$

$$= 0,194$$

$$\text{JK Interaksi AB} = \left[\frac{\sum(\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)}$$

$$= \left[\frac{(6,64)^2 + (5,89)^2 + \dots + (6,30)^2}{3} \right] - 119,86 - 0,051 - 0,194$$

$$= 0,034$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)}$$

$$= 0,328 - 0,023 - 0,051 - 0,194 - 0,034$$

$$= 0,026$$

Tabel 75. Analisis Variansi (ANAVA) *Cookies* Sorgum Atribut Rasa

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,023	0,012	-	
Perlakuan	8	0,279	0,03	-	
Faktor A	2	0,051	0,025	15,96*	3,63
Faktor B	2	0,194	0,097	60,87*	3,63
Interaksi (AB)	4	0,034	0,008	5,32*	3,01
Galat	16	0,026	0,0016		
Total	26	0,328			

Keterangan : tn = Tidak Berpengaruh

* = Berpengaruh

Kesimpulan:

Berdasarkan tabel analisis variansi (ANAVA), bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dan bekatul berpengaruh terhadap rasa *Cookies*, sehingga perlu dilakukan uji lanjut duncan.

Uji Jarak Duncan Untuk Rasa

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{0,0016}{9}} = 0,0133$$

Tabel 76. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)

SSR 5%	LSR 5%	Kode	Rata- rata	Perlakuan			Taraf Nyata 5%
				1	2	3	
-	-	a1	2,076	-	-	-	a
3,00	0,040	a2	2,077	0,001	-	-	a
3,15	0,042	a3	2,168	0,093	0,092	-	b

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata
* = Berbeda Nyata

Tabel 77. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul

SSR 5%	LSR 5%	Kode	Rata- rata	Perlakuan			Taraf Nyata 5%
				1	2	3	
-	-	b2	2,020	-	-	-	a
3,00	0,040	b3	2,079	0,059	-	-	b
3,15	0,042	b1	2,222	0,202	0,143	-	c

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata
* = Berbeda Nyata

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,0016}{3}} = 0,023$$

Tabel 78. Uji Jarak Berganda Untuk Interaksi A x B Terhadap Rasa *Cookies* Sorgum

SSR	LSR	Rata-rata perlakuan		perlakuan									Taraf nyata 5%	
		Kode	Rata-rata	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		a1b2	1,964	-										a
3,00	0,069	a2b2	2,021	0,057 ^{tn}	-									ab
3,14	0,072	a1b3	2,051	0,087*	0,031 ^{tn}	-								bc
3,23	0,075	a3b2	2,076	0,112*	0,055 ^{tn}	0,024 ^{tn}	-							bc
3,30	0,076	a2b3	2,084	0,120*	0,063 ^{tn}	0,033 ^{tn}	0,008 ^{tn}	-						bc
3,34	0,077	a3b3	2,101	0,137*	0,080*	0,050 ^{tn}	0,026 ^{tn}	0,017 ^{tn}	-					c
3,38	0,078	a2b1	2,125	0,161*	0,105*	0,074 ^{tn}	0,050 ^{tn}	0,041 ^{tn}	0,024 ^{tn}	-				c
3,40	0,078	a1b1	2,212	0,248*	0,192*	0,161*	0,137*	0,128*	0,111*	0,087*	-			d
3,42	0,079	a3b1	2,329	0,365*	0,308*	0,277*	0,253*	0,245*	0,228*	0,203*	0,116*	-		e

Uji Lanjut Dua Arah

Tabel 79. Faktor A sama, B Berbeda

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b2	1,964	-	-	-	a
3,00	0,040	a1b3	2,051	0,087*	-	-	b
3,15	0,042	a1b1	2,212	0,248*	0,161*	-	c

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a2b2	2,021	-	-	-	a
3,00	0,040	a2b3	2,084	0,063*	-	-	b
3,15	0,042	a2b1	2,125	0,105*	0,041 ^{tn}	-	b

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a3b2	2,076	-	-	-	a
3,00	0,040	a3b3	2,101	0,026 ^{tn}	-	-	a
3,15	0,042	a3b1	2,329	0,253*	0,228*	-	b

Tabel 80. Faktor B sama, A berbeda

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a2b1	2,125	-	-	-	A
3,00	0,040	a1b1	2,212	0,087*	-	-	B
3,15	0,042	a3b1	2,329	0,203*	0,116*	-	C

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b2	1,964	-	-	-	A
3,00	0,040	a2b2	2,021	0,057*	-	-	B
3,15	0,042	a3b2	2,076	0,112*	0,055*	-	C

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
-	-	a1b3	2,051	-	-	-	A
3,00	0,040	a2b3	2,084	0,033 ^{tn}	-	-	A
3,15	0,042	a3b3	2,101	0,050*	0,017 ^{tn}	-	B

Tabel 81. Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Bekatul Terhadap Rasa *Cookies* Sorgum

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)	Bekatul (B)		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	2,212 C a	1,964 A a	2,051 B a
a ₂ (80:20)	2,125 B b	2,021 B c	2,084 A a
a ₃ (90:10)	2,329 C c	2,076 A b	2,101 A B

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Lampiran 11. Perhitungan Hasil Analisis Kadar Air Utama

Tabel 82. Data Analisis Kadar Air

perlakuan	Pengulangan			jumlah	rata-rata
	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3		
a1b1	1,83	4,76	1,98	8,58	2,86
a1b2	1,98	1,96	2,94	6,88	2,29
a1b3	1,94	1,92	3,00	6,86	2,29
a2b1	2,80	2,80	1,94	7,55	2,52
a2b2	1,98	1,82	2,83	6,63	2,21
a2b3	2,78	1,92	1,90	6,61	2,20
a3b1	2,78	1,94	1,90	6,62	2,21
a3b2	2,78	1,83	1,94	6,55	2,18
a3b3	1,87	1,87	1,96	5,70	1,90
Jumlah	20,74	20,84	20,41	61,99	20,66
Rata-rata	2,30	2,32	2,27	6,89	2,30

Tabel 83. Data Statistik Analisis Kadar Air

Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata-rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	1,83	1,98	1,94	5,76	1,92
	2	4,76	1,96	1,92	8,65	2,88
	3	1,98	2,94	3,00	7,92	2,64
Sub Total		8,58	6,88	6,86	22,32	7,44
Rata-rata Sub Total		2,86	2,29	2,29	7,44	2,48
a ₂ (80:20)	1	2,80	1,98	2,78	7,56	2,52
	2	2,80	1,82	1,92	6,54	2,18
	3	1,94	2,83	1,90	6,68	2,23
Sub Total		7,55	6,63	6,61	20,78	6,93
Rata-rata Sub Total		2,52	2,21	2,20	6,93	2,31
a ₃ (90:10)	1	2,78	2,78	1,87	7,42	2,47
	2	1,94	1,83	1,87	5,65	1,88
	3	1,90	1,94	1,96	5,81	1,94
Sub Total		6,62	6,55	5,70	18,88	6,29
Rata-rata Sub Total		2,21	2,18	1,90	6,29	2,10
Total		22,75	20,07	19,17	61,99	20,66
Total Rata-Rata		7,58	6,69	6,39	20,66	6,89

Perhitungan Analisis Kadar Air *Cookies* Sorgum:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(61,99)^2}{3 \times 3 \times 3} = 142,30$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK} \\ &= [(1,83)^2 + (1,98)^2 + \dots + (1,96)^2] - 142,30 \\ &= 11,118 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(5,76)^2 + (5,65)^2 + \dots + (5,81)^2}{3} \right] - 142,30 \\ &= 3,018 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Kelompok} &= \left[\frac{((\Sigma K_1)^2 + (\Sigma K_2)^2 + \dots + (\Sigma K_n)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{((19,82)^2 + (21,51)^2 + (17,08)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - 126,33 \\ &= 0,772 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (A)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(19,42)^2 + (18,91)^2 + (20,08)^2}{3 \times 3} \right] - 126,33 \\ &= 0,662 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (B)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(20,05)^2 + (18,94)^2 + (19,40)^2}{3 \times 3} \right] - 126,33 \\ &= 0,011 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Interaksi AB} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} \\ &= \left[\frac{(5,76)^2 + (5,65)^2 + \dots + (5,81)^2}{3} \right] - 142,30 - 0,662 - 0,011 \\ &= 2,344 \end{aligned}$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)}$$

$$= 11,118 - 0,772 - 0,662 - 0,011 - 2,344$$

$$= 4,985$$

Tabel 84 . ANAVA untuk Analisis Kadar Air

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,772	0,386	-	
Perlakuan	8	3,018	0,38	-	
Faktor A	2	0,662	0,331	1,06 ^{tn}	3,63
Faktor B	2	0,011	0,006	0,02 ^{tn}	3,63
Interaksi (AB)	4	2,344	0,586	1,88 ^{tn}	3,01
Galat	16	4,985	0,3116		
Total	26	11,118			

Keterangan : tn = Tidak Berpengaruh

* = Berpengaruh

$F_{hitung} < F_{tabel}$, maka tidak dilanjutkan uji lanjut.

Kesimpulan:

Berdasarkan tabel analisis variansi (ANAVA), diketahui bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dan bekatul terhadap kadar air *Cookies* sorgum tidak berpengaruh pada faktor A, faktor B dan Interaksi (AB), sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut duncan.

Lampiran 12. Perhitungan Analisis Kadar Serat Penelitian Utama

Tabel 85 . Data Analisis Kadar Serat

perlakuan	Pengulangan			jumlah	rata-rata
	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3		
a1b1	14,02	16,35	16,83	47,20	15,73
a1b2	14,29	17,14	17,65	49,08	16,36
a1b3	15,84	18,81	18,27	52,92	17,64
a2b1	18,10	17,82	16,83	52,75	17,58
a2b2	18,18	18,63	17,65	54,46	18,15
a2b3	18,75	18,81	18,81	56,37	18,79
a3b1	18,27	18,63	17,48	54,37	18,12
a3b2	19,42	19,05	18,00	56,47	18,82
a3b3	18,35	19,00	18,81	56,16	18,72
Jumlah	155,21	164,24	160,33	479,77	159,92
Rata-rata	17,25	18,25	17,81	53,31	17,77

Tabel 86 . Data Statistik Analisis Kadar Serat

Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata- rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	14,02	14,29	15,84	44,15	14,72
	2	16,35	17,14	18,81	52,30	17,43
	3	16,83	17,65	18,27	52,75	17,58
Sub Total		47,20	49,08	52,92	149,19	49,73
Rata-rata Sub Total		15,73	16,36	17,64	49,73	16,58
a ₂ (80:20)	1	18,10	18,18	18,75	55,03	18,34
	2	17,82	18,63	18,81	55,26	18,42
	3	16,83	17,65	18,81	53,29	17,76
Sub Total		52,75	54,46	56,37	163,58	54,53
Rata-rata Sub Total		17,58	18,15	18,79	54,53	18,18
a ₃ (90:10)	1	18,27	19,42	18,35	56,04	18,68
	2	18,63	19,05	19,00	56,68	18,89
	3	17,48	18,00	18,81	54,29	18,10
Sub Total		54,37	56,47	56,16	167,00	55,67
Rata-rata Sub Total		18,12	18,82	18,72	55,67	18,56
Total		154,32	160,00	165,46	479,77	159,92
Total Rata-Rata		51,44	53,33	55,15	159,92	53,31

Perhitungan Analisis Kadar Serat *Cookies* Sorgum

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(479,77)^2}{3 \times 3 \times 3} = 8525,216$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK} \\ &= [(14,02)^2 + (14,29)^2 + \dots + (18,81)^2] - 8525,216 \\ &= 48,026 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(44,15)^2 + (52,30)^2 + \dots + (34,29)^2}{3} \right] - 8525,216 \\ &= 37,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Kelompok} &= \left[\frac{((\Sigma K_1)^2 + (\Sigma K_2)^2 + \dots + (\Sigma K_n)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{((154,32)^2 + (160,00)^2 + (165,46)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - 8525,216 \\ &= 6,894 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (A)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(149,59)^2 + (163,58)^2 + (167,00)^2}{3 \times 3} \right] - 8525,216 \\ &= 19,835 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (B)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(155,21)^2 + (164,24)^2 + (160,33)^2}{3 \times 3} \right] - 8525,216 \\ &= 4,556 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Interaksi AB} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} \\ &= \left[\frac{(44,15)^2 + (52,30)^2 + \dots + (34,29)^2}{3} \right] - 8525,216 - 19,835 - 4,556 \\ &= 12,87 \end{aligned}$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)}$$

$$= 48,026 - 6,894 - 19,835 - 4,556 - 12,873$$

$$= 3,873$$

Tabel 87 . ANAVA untuk Kadar Serat *Cookies* Sorgum

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	6,894	3,447	-	
Perlakuan	8	37,26	4,66	-	
Faktor A	2	19,835	9,917	40,97*	3,63
Faktor B	2	4,556	2,278	9,41*	3,63
Interaksi (AB)	4	12,87	3,22	13,29*	3,01
Galat	16	3,873	0,242		
Total	26	48,026			

Keterangan : tn = Tidak Berpengaruh
* = Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel analisis variansi (ANAVA), diketahui bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dan bekatul terhadap kadar serat *Cookies* berpengaruh nyata pada faktor A, Faktor B, dan interaksi antara A dan B sehingga perlu dilakukan uji lanjut duncan.

Uji Jarak Duncan Untuk Analisis Kadar Serat

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{0,242}{9}} = 0,055$$

Tabel 88 . Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum :
Terigu (A)

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a1	16,577				a
3	0,164	a2	18,175	1,598*			b
3,14	0,172	a3	18,555	1,978*	0,380*		c

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata

* = Berbeda Nyata

Tabel 89. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Bekatul (B)

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		b1	17,146				a
3	0,164	b2	17,777	0,631*			b
3,14	0,172	b3	18,384	1,238*	0,607*		c

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata

* = Berbeda Nyata

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,249}{3}} = 0,284$$

Tabel 90. Uji Jarak Berganda Untuk Interaksi A x B Terhadap Kadar Serat *Cookies* Sorgum

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata Perlakuan		Perlakuan									Taraf nyata 5%	
		Kode	Rata- Rata	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		a1b1	15,732	-										a
3,00	0,852	a1b2	16,359	0,626 ^{tn}	-									a
3,14	0,892	a2b1	17,583	1,851*	1,224*	-								b
3,23	0,918	a1b3	17,641	1,909*	1,282*	0,058 ^{tn}	-							b
3,30	0,937	a3b1	18,124	2,392*	1,766*	0,541 ^{tn}	0,483 ^{tn}	-						bc
3,34	0,949	a2b2	18,152	2,420*	1,794*	0,569 ^{tn}	0,511 ^{tn}	0,028 ^{tn}	-					bc
3,38	0,960	a3b3	18,720	2,988*	2,362*	1,137*	1,079*	0,596 ^{tn}	0,568 ^{tn}	-				c
3,40	0,966	a2b3	18,791	3,059*	2,433*	1,208*	1,150*	0,667 ^{tn}	0,639 ^{tn}	0,071 ^{tn}	-			c
3,42	0,971	a3b2	18,822	3,090*	2,463*	1,239*	1,181*	0,698 ^{tn}	0,670 ^{tn}	0,102 ^{tn}	0,030 ^{tn}	-		c

Uji Lanjut Dua Arah

Tabel 91. Faktor A sama, Faktor B Berbeda

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a1b1	15,732	-			a
3,00	0,164	a1b2	16,359	0,626*	-		b
3,14	0,172	a1b3	17,641	1,909*	1,282*	-	c

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a2b1	17,583	-			a
3,00	0,164	a2b2	18,152	0,569*	-		b
3,14	0,172	a2b3	18,791	1,208*	0,639*	-	c

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a3b1	18,124	-			a
3,00	0,164	a3b3	18,720	0,596*	-		b
3,14	0,172	a3b2	18,822	0,698*	0,102 ^{tn}	-	b

Tabel 92. Faktor B sama, Faktor A Berbeda

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a1b1	15,732	-			A
3,00	0,164	a2b1	17,583	1,851*	-		B
3,14	0,172	a3b1	18,124	2,392*	0,541*	-	C

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a1b2	16,359	-			A
3,00	0,164	a2b2	18,152	1,794*	-		B
3,14	0,172	a3b2	18,822	2,463*	0,670*	-	C

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a1b3	17,641	-			A
3,00	0,164	a3b3	18,720	1,079*	-		B
3,14	0,172	a2b3	18,791	1,150*	0,071*	-	C

Tabel 93. Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Bekatul Terhadap Kadar Serat *Cookies*

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu	Bekatul		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	15,732 A a	16,359 A b	17,641 A c
a ₂ (80:20)	17,583 B a	18,152 B b	18,720 C c
a ₃ (90:10)	18,124 C a	18,822 C b	18,791 B b

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Lampiran 13. Perhitungan Analisis Kadar Karbohidrat

Tabel 94 . Data Analisa Kadar Karbohidrat

perlakuan	Pengulangan			jumlah	rata-rata
	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3		
a1b1	41,85	40,93	41,85	124,62	41,54
a1b2	42,93	42,00	42,93	127,85	42,62
a1b3	44,01	44,13	44,01	132,15	44,05
a2b1	38,61	37,25	38,97	114,84	38,28
a2b2	38,61	38,61	38,61	115,84	38,61
a2b3	40,77	39,69	41,15	121,61	40,54
a3b1	36,05	35,17	36,05	107,27	35,76
a3b2	37,14	36,26	37,14	110,54	36,85
a3b3	37,96	37,34	37,96	113,25	37,75
Jumlah	357,92	351,38	358,66	1067,96	355,99
Rata-rata	39,77	39,04	39,85	118,66	39,55

Tabel 95. Data Statistik Analisa Kadar Karbohidrat

Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata- rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	41,85	42,93	44,01	128,78	42,93
	2	40,93	42,00	44,13	127,05	42,35
	3	41,85	42,93	44,01	128,78	42,93
Sub Total		124,62	127,85	132,15	384,62	128,21
Rata-rata Sub Total		41,54	42,62	44,05	128,21	42,74
a ₂ (80:20)	1	38,61	40,77	40,77	120,14	40,05
	2	38,61	39,69	39,69	118,00	39,33
	3	38,61	41,15	41,15	120,91	40,30
Sub Total		115,84	121,61	121,61	359,06	119,69
Rata-rata Sub Total		38,61	40,54	40,54	119,69	39,90
a ₃ (90:10)	1	36,05	37,14	37,96	111,15	37,05
	2	35,17	36,26	37,34	108,76	36,25
	3	36,05	37,14	37,96	111,15	37,05
Sub Total		107,27	110,54	113,25	331,06	110,35
Rata-rata Sub Total		35,76	36,85	37,75	110,35	36,78
Total		347,73	360,00	367,00	1074,73	358,24
Total Rata-Rata		115,91	120,00	122,33	358,24	119,41

Perhitungan Analisis Kadar Karbohidrat *Cookies* Sorgum:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(1074,73)^2}{3 \times 3 \times 3} = 42779,116$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK} \\ &= [((41,85)^2 + (42,93)^2 + \dots + (37,96)^2)] - 42779,116 \\ &= 187,062 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(128,78)^2 + (127,05)^2 + \dots + (111,15)^2}{3} \right] - 42779,116 \\ &= 162,92 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Kelompok} &= \left[\frac{((\Sigma K_1)^2 + (\Sigma K_2)^2 + \dots + (\Sigma K_n)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{((347,73)^2 + (360,00)^2 + (367,00)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - 42779,116 \\ &= 21,150 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (A)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(384,62)^2 + (359,06)^2 + (331,06)^2}{3 \times 3} \right] - 42779,116 \\ &= 159,487 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (B)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(360,07)^2 + (353,82)^2 + (360,83)^2}{3 \times 3} \right] - 42779,116 \\ &= 3,288 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Interaksi AB} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} \\ &= \left[\frac{(128,78)^2 + (127,05)^2 + \dots + (111,15)^2}{3} \right] - 42779,116 - 159,487 - \\ &3,288 = 0,032 \end{aligned}$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)}$$

$$= 187,062 - 21,150 - 159,487 - 3,288 - 0,032$$

$$= 2,993$$

Tabel 96 . ANAVA Kadar Karbohidrat *Cookies*

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	21,150	10,575	-	
Perlakuan	8	162,92	20,36	-	
Faktor A	2	159,487	79,743	426,28*	3,63
Faktor B	2	3,288	1,644	8,79*	3,63
Interaksi (AB)	4	0,144	0,0361	0,19 ^{tn}	3,01
Galat	16	2,993	0,187		
Total	26	187,062			

Keterangan : tn = Tidak Berpengaruh

* = Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan Tabel Analisis Variansi (ANAVA) diatas, diketahui faktor substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dan bekatul berpengaruh terhadap faktor A dan faktor B namun tidak berpengaruh pada interaksi AB sehingga perlu dilakukan uji jarak duncan.

Uji Jarak Duncan Untuk Analisis Kadar Karbohidrat

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{229,284}{9}} = 0,009486$$

Tabel 97. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Sorgum Modifikasi: Terigu (A)

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a3	36,784	-			a
3	0,144	a1	39,895	3,111*	-		b
3,14	0,151	a2	42,735	5,951*	2,840*	-	c

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata

* = Berbeda Nyata

Tabel 98. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Bekatul (B)

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		b1	36,561	-			a
3	0,144	b3	38,636	2,076*	-		b
3,14	0,151	b2	40,000	3,439*	1,363*	-	c

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata

* = Berbeda Nyata

Lampiran 14. Perhitungan Statistik Analisa Kadar Protein Cookies Sorgum

Tabel 99. Data Analisis Kadar Protein

perlakuan	Pengulangan			jumlah	rata-rata
	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3		
a1b1	5,339	5,707	5,671	16,718	5,573
a1b2	5,933	5,955	5,993	17,880	5,960
a1b3	6,239	6,239	6,239	18,716	6,239
a2b1	6,400	6,849	6,691	19,939	6,646
a2b2	6,981	7,089	6,806	20,877	6,959
a2b3	7,226	7,373	7,467	22,065	7,355
a3b1	6,648	6,239	6,239	19,125	6,375
a3b2	6,981	6,563	6,806	20,351	6,784
a3b3	7,416	7,373	7,134	21,923	7,308
Jumlah	59,162	59,387	59,045	177,594	59,198
Rata-rata	6,574	6,599	6,561	19,733	6,578

Tabel 100. Data Statistik Analisa Kadar Protein

Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata-rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	5,339	5,933	6,239	17,511	5,837
	2	5,707	5,955	6,239	17,901	5,967
	3	5,671	5,993	6,239	17,903	5,968
Sub Total		16,718	17,880	18,716	53,315	17,772
Rata-rata Sub Total		5,573	5,960	6,239	17,772	5,924
a ₂ (80:20)	1	6,400	6,981	7,226	20,607	6,869
	2	6,849	7,089	7,373	21,311	7,104
	3	6,691	6,806	7,467	20,963	6,988
Sub Total		19,939	20,877	22,065	62,881	20,960
Rata-rata Sub Total		6,646	6,959	7,355	20,960	6,987
a ₃ (90:10)	1	6,648	6,981	7,416	21,045	7,015
	2	6,239	6,563	7,373	20,175	6,725
	3	6,239	6,806	7,134	20,179	6,726
Sub Total		19,125	20,351	21,923	61,399	20,466
Rata-rata Sub Total		6,375	6,784	7,308	20,466	6,822
Total		55,782	59,108	62,704	177,594	59,198
Total Rata-Rata		18,594	19,703	20,901	59,198	19,733

Perhitungan Kadar Protein *Cookies* Sorgum:

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(117,59)^2}{3 \times 3 \times 3} = 1168,135$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK} \\ &= [(5,339)^2 + (5,993)^2 + \dots + (7,134)^2] - 1168,135 \\ &= 9,135 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(17,51)^2 + (17,90)^2 + \dots + (20,18)^2}{3} \right] - 1168,135 \\ &= 6,18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Kelompok} &= \left[\frac{((\Sigma K_1)^2 + (\Sigma K_2)^2 + \dots + (\Sigma K_n)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{((55,782)^2 + (59,108)^2 + (62,704)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - 1168,135 \\ &= 2,663 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (A)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(53,31)^2 + (62,88)^2 + (61,40)^2}{3 \times 3} \right] - 1168,135 \\ &= 5,891 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (B)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(59,16)^2 + (59,39)^2 + (59,04)^2}{3 \times 3} \right] - 1168,135 \\ &= 0,007 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Interaksi AB} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} \\ &= \left[\frac{(17,51)^2 + (17,90)^2 + \dots + (20,18)^2}{3} \right] - 1168,135 - 5,891 - 0,007 \\ &= 0,2774 \end{aligned}$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)}$$

$$= 9,135 - 2,663 - 5,891 - 0,007 - 0,2774$$

$$= 0,296$$

Tabel 101. ANAVA Analisis Kadar Protein *Cookies* Sorgum

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	2,663	1,332	-	
Perlakuan	8	6,18	0,77	-	
Faktor A	2	5,891	2,946	159,05*	3,63
Faktor B	2	0,007	0,003	0,18 ^{tn}	3,63
Interaksi (AB)	4	0,2774	0,0694	3,75*	3,01
Galat	16	0,296	0,019		
Total	26	9,135			

Keterangan : tn = Tidak Berpengaruh

* = Berpengaruh

Kesimpulan:

Berdasarkan Tabel Analisis Variansi (ANAVA) diatas, diketahui bahwa substitusi tepung modifikasi sorgum : terigu dan bekatul tidak berpengaruh terhadap faktor B namun berpengaruh terhadap faktor A dan faktor interaksi AB sehingga perlu dilakukan uji lanjut duncan.

Uji Jarak Duncan Untuk Analisis Kadar Protein

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{0,029}{9}} = 0,18841$$

Tabel 102. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu (A)

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a3	5,924				a
3	0,045	a1	6,822	0,898*			b
3,14	0,047	a2	6,987	1,063*	0,165*		c

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata

* = Berbeda Nyata

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{KTG}{r}}$$

$$= \sqrt{\frac{0,019}{3}} = 0,079$$

Tabel 103. Uji Jarak Berganda Untuk Interaksi A x B Terhadap Kadar Protein *Cookies* Sorgum

SSR 5%	LSR 5%	Rata-Rata Perlakuan		Perlakuan									Taraf nyata 5%	
		Kode	Rata- Rata	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
		a1b1	5,573	-										a
3,00	0,236	a1b3	5,960	0,387*										b
3,14	0,247	a3b3	6,239	0,666*	0,278*									c
3,23	0,254	a1b2	6,375	0,802*	0,415*	0,136 ^{tn}								c
3,30	0,259	a3b2	6,646	1,074*	0,686*	0,408*	0,271*							d
3,34	0,262	a2b1	6,784	1,211*	0,823*	0,545*	0,409*	0,137 ^{tn}						d
3,38	0,266	a3b1	6,959	1,386*	0,999*	0,720*	0,584*	0,313*	0,175 ^{tn}					e
3,40	0,267	a2b2	7,308	1,735*	1,348*	1,069*	0,933*	0,661*	0,524*	0,349*				f
3,42	0,269	a2b3	7,355	1,782*	1,395*	1,117*	0,980*	0,709*	0,572*	0,396*	0,047 ^{tn}			f

		a1b3	6,239				A
3,00	0,045	a2b3	7,308	1,069*			B
3,14	0,047	a3b3	7,355	1,117*	0,047*		C

Tabel 106. Pengaruh Interaksi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu dengan Bekatul Terhadap Kadar Protein *Cookies*

Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Terigu	Bekatul		
	b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)
a ₁ (70:30)	5,573 A a	5,960 A c	6,239 A b
a ₂ (80:20)	6,375 B a	6,959 C b	7,308 C b
a ₃ (90:10)	6,646 C c	6,784 B b	7,355 C a

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang ditandai notasi huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata menurut uji lanjut duncan pada taraf nyata 5%. Notasi huruf kapital dibaca vertikal. Notasi huruf kecil dibaca horizontal.

Lampiran 15. Perhitungan Statistik Analisis Kadar Tanin *Cookies* Sorgum

Tabel 107. Data Analisis Kadar Tanin *Cookies* Sorgum

perlakuan	Pengulangan			jumlah	rata-rata
	ulangan 1	ulangan 2	ulangan 3		
a1b1	0,092	0,081	0,093	0,265	0,088
a1b2	0,082	0,093	0,102	0,276	0,092
a1b3	0,091	0,102	0,100	0,293	0,098
a2b1	0,081	0,103	0,080	0,264	0,088
a2b2	0,099	0,089	0,089	0,278	0,093
a2b3	0,093	0,110	0,093	0,296	0,099
a3b1	0,082	0,101	0,103	0,286	0,095
a3b2	0,104	0,101	0,103	0,308	0,103
a3b3	0,103	0,143	0,122	0,368	0,123
Jumlah	0,827	0,924	0,885	2,635	0,878
Rata-rata	0,092	0,103	0,098	0,293	0,098

Tabel 108. Data Statistik Analisis Kadar Tanin *Cookies* Sorgum

Tepung Modifikasi Sorgum : Terigu	Ulangan	Bekatul			Total	Rata-rata
		b ₁ (5%)	b ₂ (10%)	b ₃ (15%)		
a ₁ (70:30)	1	0,092	0,082	0,091	0,264	0,088
	2	0,081	0,093	0,102	0,275	0,092
	3	0,093	0,102	0,100	0,295	0,098
Sub Total		0,265	0,276	0,293	0,835	0,278
Rata-rata Sub Total		0,088	0,092	0,098	0,278	0,093
a ₂ (80:20)	1	0,081	0,099	0,093	0,273	0,091
	2	0,103	0,089	0,110	0,302	0,101
	3	0,080	0,089	0,093	0,262	0,087
Sub Total		0,264	0,278	0,296	0,838	0,279
Rata-rata Sub Total		0,088	0,093	0,099	0,279	0,093
a ₃ (90:10)	1	0,082	0,104	0,103	0,289	0,096
	2	0,101	0,101	0,143	0,346	0,115
	3	0,103	0,103	0,122	0,328	0,109
Sub Total		0,286	0,308	0,368	0,963	0,321
Rata-rata Sub Total		0,095	0,103	0,123	0,321	0,107
Total		0,816	0,863	0,957	2,635	0,878
Total Rata-Rata		0,272	0,288	0,319	0,878	0,293

Perhitungan Statistik Analisis Kadar Tanin *Cookies*

$$\text{Faktor Koreksi (FK)} = \frac{(\text{total})^2}{\Sigma \text{ panelis} \times \Sigma \text{ sampel}} = \frac{(2,635)^2}{3 \times 3 \times 3} = 0,257$$

$$\begin{aligned} \text{JKT} &= (\text{Jumlah kuadrat masing-masing perlakuan}) - \text{FK} \\ &= [(0,092)^2 + (0,082)^2 + \dots + (0,122)^2] - 0,257 \\ &= 0,005 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan} &= \left[\frac{(\Sigma P_1)^2 + (\Sigma P_2)^2 + \dots + (\Sigma P_n)^2}{\Sigma \text{ sampel}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(0,264)^2 + (0,275)^2 + \dots + (0,328)^2}{3} \right] - 0,257 \\ &= 0,002 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Kelompok} &= \left[\frac{((\Sigma K_1)^2 + (\Sigma K_2)^2 + \dots + (\Sigma K_n)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{((0,816)^2 + (0,863)^2 + (0,957)^2)}{\Sigma \text{ perlakuan}} \right] - 0,257 \\ &= 0,001 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (A)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf A})^2}{b \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(0,835)^2 + (0,838)^2 + (0,963)^2}{3 \times 3} \right] - 0,257 \\ &= 0,0012 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Faktor (B)} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total taraf B})^2}{a \times r} \right] - \text{FK} \\ &= \left[\frac{(0,827)^2 + (0,924)^2 + (0,885)^2}{3 \times 3} \right] - 0,257 \\ &= 0,0005 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Interaksi AB} &= \left[\frac{\Sigma (\text{total perlakuan})^2}{r} \right] - \text{FK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} \\ &= \left[\frac{(0,264)^2 + (0,275)^2 + \dots + (0,328)^2}{3} \right] - 0,257 - 0,0012 - 0,0005 \\ &= 0,00047 \end{aligned}$$

$$\text{JKG} = \text{JKT} - \text{JKK} - \text{JK (A)} - \text{JK (B)} - \text{JK (AB)}$$

$$= 0,005 - 0,001 - 0,0012 - 0,0008 - 0,00027$$

$$= 0,0014$$

Tabel 109. ANAVA Analisis Kadar Tanin

Sumber Variansi	dB	JK	KT	F Hitung	F Tabel 5%
Kelompok	2	0,001	0,0006	-	
Perlakuan	8	0,002	0,00	-	
Faktor A	2	0,0012	0,0006	7,00*	3,63
Faktor B	2	0,0005	0,000	3,11 ^{tn}	3,63
Interaksi (AB)	4	0,00047	0,0001	1,36 ^{tn}	3,01
Galat	16	0,0014	0,0001		
Total	26	0,005			

Keterangan : tn = Tidak Berpengaruh
* = Berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel analisis variansi (ANAVA) diatas, diketahui bahwa faktor interaksi AB dan Faktor B tidak berpengaruh terhadap kadar tannin sedangkan faktor A berpengaruh terhadap kadar tannin *cookies* sehingga perlu dilakukan uji lanjut duncan.

Uji Jarak Duncan Analisis Kadar Tanin

$$\text{Standar Error (S}_y) = \sqrt{\frac{0,0001}{9}} = 0,001047$$

Tabel 110. Uji Jarak Berganda Duncan Untuk Faktor Substitusi Tepung Modifikasi Sorgum dan Bekatul (A)

SSR 5%	LSR 5%	Nilai Rata-Rata		Perlakuan			Taraf Nyata 5%
		Kode	Nilai	1	2	3	
		a1	0,0928				a
3	0,003	a2	0,0931	0,0003 ^{tn}			a
3,14	0,003	a3	0,107	0,0142*	0,0139*		b

Keterangan : tn = Tidak Berbeda Nyata

* = Berbeda Nyata