

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Pendahuluan

Beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Salah satu jenis beras yang dikenal tapi jarang dikonsumsi adalah beras merah. Berdasarkan penelitian Indrasari dan Adnyana (2007), masyarakat yang menyatakan pernah mengonsumsi nasi beras merah di Provinsi Sumatra Utara adalah 16,22%, Jawa Barat 26%, Jawa Tengah 19%, Jawa Timur 23%, Sulawesi Selatan 34,38% dan Nusa Tenggara Barat 31%. Persentase ini lebih rendah jika dibandingkan dengan konsumsi beras putih pada tahun yang sama di Indonesia rata-rata 62% (Dahuri (2007) dalam Rustiana dan Arie, 2011).

Beras merah termasuk ke dalam spesies *Oryza sativa* dengan varietas *Wehani rice* yang merupakan salah satu jenis beras yang memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dibandingkan beras putih yang biasa dikonsumsi masyarakat Indonesia. Nilai gizi beras merah lebih tinggi dalam hal protein (7,50 g/100 g), lemak (0,90 g/100 g), kalsium (16,00 g/100 g), fosfor (163,00 g/100 g) (Direktorat Gizi Kesehatan RI, 1996), dan serat (5 g/100 g) (Indrasari, 2006). Kurangnya konsumsi beras merah di Indonesia disebabkan tekstur beras merah yang pera, waktu untuk menanak lebih panjang, dan umur simpan relatif lebih singkat daripada beras putih karena tingginya kandungan lemak pada bagian lembaga (Alden, 2006). Perbedaan ini disebabkan karena beras merah tidak disosoh tetapi hanya digiling menjadi beras pecah kulit sehingga kulit ari masih melekat pada endosperma. Kulit ari inilah yang kaya akan serat, minyak alami, dan lemak esensial (Santika dan Rozakurniati, 2010). Kandungan serat yang tinggi

pada beras merah merupakan salah satu kelebihan yang perlu dimanfaatkan lebih lanjut.

Diversifikasi jenis olahan beras merah menjadi produk olahan lain yang berbasis beras merah dapat meningkatkan pemanfaatan dan konsumsi beras merah karena pengolahan menjadi produk pangan lain akan mengurangi rasa beras merah dan tekstur pera yang biasanya kurang disukai. Pengolahan pendahuluan menjadi tepung dapat mempermudah pengolahan selanjutnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan tepung beras merah adalah mengolahnya menjadi kerupuk.

Kerupuk merupakan makanan ringan yang sudah lama dikenal masyarakat Indonesia. Kerupuk mudah ditemukan di segala tempat, seperti di kedai, warung, *supermarket*, bahkan restoran dan hotel berbintang. Beberapa makanan khas Indonesia seperti ketoprak, gado-gado, soto padang, dan lain-lain menggunakan kerupuk sebagai bagian dari sajiannya.

Menurut Rohaendi (2009), kerupuk merupakan jenis makanan kering yang mengandung pati dengan kadar yang tinggi karena umumnya terbuat dari tapioka. Kerupuk yang dikenal oleh masyarakat dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kerupuk berprotein dan kerupuk tidak berprotein. Kerupuk beras merah yang diteliti termasuk dalam kerupuk nabati yang tidak berprotein.

Pada pembuatan kerupuk, tapioka khususnya fraksi amilopektin dan *baking power* merupakan bahan baku yang menentukan daya pengembangan kerupuk. Substitusi tapioka dengan bahan lain yang kadar amilopektinnya rendah dapat menyebabkan penurunan daya pengembangan kerupuk saat digoreng.

Pemanfaatan bahan pangan berserat dalam pembuatan kerupuk telah banyak diteliti, seperti pada pembuatan kerupuk ampas sisa jagung pipilan (Ya'qub, 2010), kerupuk ampas tapioka (Jariyah dkk., 2003), kerupuk lidah

buaya (Khamidah dan Antarlina, 2008), kerupuk jamur tiram (Purwoko dan Arkeman, 2007), kerupuk apel (Kartika, 2005), dan keripik simulasi bekatul rendah lemak (Damayanthi dan Lystiorini, 2006).

Pada penelitian ini, tapioka akan disubstitusi dengan tepung beras merah sebanyak 10%, 20%, 30%, 40%, dan 50%. Dari hasil orientasi, semakin tinggi tingkat substitusi, semakin tinggi intensitas warna merah dan volume pengembangan kerupuk semakin menurun seperti yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil penelitian menunjukkan berapa proporsi tapioka dan tepung beras merah yang paling optimal dalam pembuatan kerupuk beras merah sehingga dihasilkan kerupuk dengan sifat fisikokimia dan organoleptik yang dapat diterima oleh konsumen.

## **1.2. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik kerupuk beras merah?
2. Berapa tingkat substitusi tapioka oleh tepung beras merah yang paling optimal agar dapat menghasilkan kerupuk beras merah yang dapat diterima konsumen?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Mengetahui pengaruh tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik kerupuk beras merah.

## **1.4. Manfaat Penelitian**

- Diversifikasi jenis olahan kerupuk.
- Meningkatkan pemanfaatan dan konsumsi beras merah.

Pada pembuatan kerupuk, pati khususnya fraksi amilopektin, merupakan komponen penting yang mempengaruhi volume pengembangan kerupuk. Tapioka yang kadar amilopektinnya tinggi akan menghasilkan kerupuk dengan volume pengembangan yang tinggi pula. Substitusi tapioka dengan bahan pangan lain yang memiliki kadar amilopektin lebih rendah diduga dapat mengurangi volume pengembangan kerupuk karena kadar amilopektin dalam kerupuk berkurang. Pada penelitian ini, tapioka disubstitusi dengan tepung beras merah yang kadar amilopektinnya lebih rendah daripada tapioka, yaitu 78% sehingga diperlukan pengujian terhadap volume pengembangan kerupuk.

#### **2.2.1.2 Baking Powder**

*Baking powder* adalah bahan pengembang (*leavening agent*) yang dihasilkan oleh pencampuran garam asam dengan natrium bikarbonat (*baking soda*) dengan atau tanpa pati (Figoni, 2008). Penggunaan pati (*filler*) bertujuan untuk menjaga agar senyawa asam tidak kontak dengan bikarbonat dan mencegah reaksi jika uap air kontak dengan *baking powder* (Figoni, 2008).

Ada dua jenis *baking powder*, yaitu *single* dan *double acting*. *Single acting baking powder* terdiri dari garam asam yang larut dengan cepat dalam air pada suhu ruang. Asam yang larut ini dapat dengan cepat bereaksi dengan baking soda ( $\text{NaHCO}_3$ ) dan menghasilkan  $\text{CO}_2$  (Figoni, 2008). *Double acting baking powder* bereaksi dua kali. Reaksi pertama adalah asam yang langsung larut saat ada kontak dengan air dan reaksi kedua adalah asam yang tidak larut sampai tercapai suhu yang lebih tinggi saat dipanaskan (Stradley, 2004).

*Baking powder* yang digunakan pada pembuatan kerupuk adalah *double acting baking powder*.  $\text{NaHCO}_3$  yang bereaksi dengan asam menghasilkan  $\text{H}_2\text{CO}_3$  yang bersifat tidak stabil dan dapat terurai menjadi

H<sub>2</sub>O dan CO<sub>2</sub> (Figoni, 2008). Volume CO<sub>2</sub> yang dihasilkan bersama dengan udara dan uap air akan mengembang dan membentuk pori pada adonan saat kerupuk digoreng sehingga menghasilkan tekstur porus yang menyebabkan bahan menjadi ringan.

### **2.2.1.3. Bawang Putih**

Bawang putih (*Allium sativum*, Linn.) adalah herba semusim berumpun yang memiliki ketinggian sekitar 60 cm. Menurut Syamsiah dan Tajudin (2003), sebanyak 100 g bawang putih mengandung air (66,2-71,0 g), kalsium (26-42 mg), saltivine, sulfur (60-120 mg), protein (4,5-7 g), lemak (0,2-0,3 g), karbohidrat (23,1-24,6 g), fosfor (15-109 mg), besi (1,4-1,5 mg), vitamin A, vitamin B, vitamin C, kalium (346-377 mg), selenium, mangan, scordinin, serta serat (0,7 g). Bawang putih mengandung aliin dan enzim alinase yang dapat bereaksi menjadi alisin saat bawang putih diiris atau dihancurkan. Alisin yang berikatan dengan vitamin B1 yang terdapat pada bawang putih akan membentuk kompleks *allithiamin* yang merupakan senyawa yang memberikan bau khas pada bawang putih (Santoso, 1992).

Bawang putih yang digunakan dalam pembuatan kerupuk berfungsi sebagai pemberi cita rasa sekaligus sebagai pengawet karena adanya alisin yang bersifat antimikroba (Rustama dkk, 2005).

### **2.2.1.4. Garam**

Garam pada pembuatan kerupuk berfungsi sebagai penambah cita rasa dan sebagai pengawet karena dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Mutu garam konsumsi yang digunakan terdapat pada Tabel 2.5.

### **2.2.1.5. Gula Pasir**

Gula pasir atau sukrosa (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>) adalah suatu disakarida yang merupakan gabungan dari glukosa dan fruktosa. Gula pasir pada pembuatan kerupuk berfungsi untuk menambah cita rasa. Standar mutu gula pasir dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.5. Standar Mutu Garam Konsumsi Beryodium

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu
Kadar air (H <sub>2</sub> O)	% b/b	Maks 7
Kadar NaCl (natrium klorida) dihitung dari jumlah klorida (Cl <sup>-</sup> )	% bk	Min 94,7
Yodium dihitung sebagai Kalium Yodat (KIO <sub>3</sub> )	mg/kg	Min 30
Cemaran logam:		
- Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 10
- Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 10
- Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0,1
- Arsen (As)	mg/kg	Maks 0,1

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2000)

Tabel 2.6. Standar Mutu Gula Pasir

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan Mutu
Keadaan:		
Bau		-
Rasa		-
Warna (Nilai remisi yang direduksi)	b/b	Minimum 53%
Besar jenis butir	mm	0,8 – 1,2
Air	b/b	Maksimum 0,1%
Sakarosa	b/b	Minimum 99,3%
Gula pereduksi	b/b	Maksimum 0,1%
Abu	b/b	Maksimum 0,1%
Bahan asing tidak larut		Maksimum 5%
Bahan tambahan makanan:		
Belerang dioksida (SO <sub>2</sub> )	mg/kg	Maksimum 20
Cemaran logam		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimum 2,0
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimum 2,0
Raksa (Hg)	mg/kg	Maksimum 0,03
Seng (Zn)	mg/kg	Maksimum 40,0
Sianida (Sn)	mg/kg	Maksimum 40,0
Arsen	mg/kg	Maksimum 1,0

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (1990a)

Gula pasir dapat mempengaruhi warna kerupuk karena adanya reaksi Maillard antara gula (gula pereduksi) dan protein (gugus amina primer) saat

dipanaskan sehingga terbentuk senyawa melanoidin yang berwarna coklat (Makfoeld, 2002). Warna coklat yang dihasilkan saat penggorengan kerupuk mempengaruhi kenampakan kerupuk sehingga diperlukan pengujian warna dan kenampakan kerupuk setelah digoreng.

#### **2.2.1.6. Air**

Air dalam pembuatan kerupuk berfungsi sebagai pelarut dan diperlukan selama gelatinisasi pati. Air harus memiliki standar air minum dengan standar mutu yang dapat dilihat pada Tabel 2.7.

#### **2.2.2. Proses Pembuatan Kerupuk**

Proses pengolahan adalah kegiatan yang bertujuan untuk mengolah bahan baku menjadi barang setengah jadi maupun barang jadi yang bertujuan untuk memberi nilai tambah dan diversifikasi produk hasil pertanian, serta memperpanjang umur simpan (Buckle *et al.*, 2007). Tahapan proses pengolahan kerupuk terdapat pada Gambar 2.2.

##### **1. Persiapan bahan**

Persiapan bahan sebelum memulai proses pengolahan dapat meningkatkan efisiensi kerja. Tahap persiapan bahan meliputi pengayakan tepung, penghalusan bahan dan bumbu-bumbu, serta penimbangan sesuai dengan kebutuhan.

##### **2. Pembentukan adonan**

Pembentukan adonan kerupuk melalui beberapa tahap pencampuran. Pencampuran I bertujuan untuk melarutkan gula dan garam sebelum dipanaskan. Air yang ditambahkan harus cukup untuk proses gelatinisasi karena penambahan air yang terlalu banyak menyebabkan adonan menjadi lembek sehingga sulit dicetak, sedangkan penambahan air yang terlalu sedikit menyebabkan proses gelatinisasi tidak sempurna.

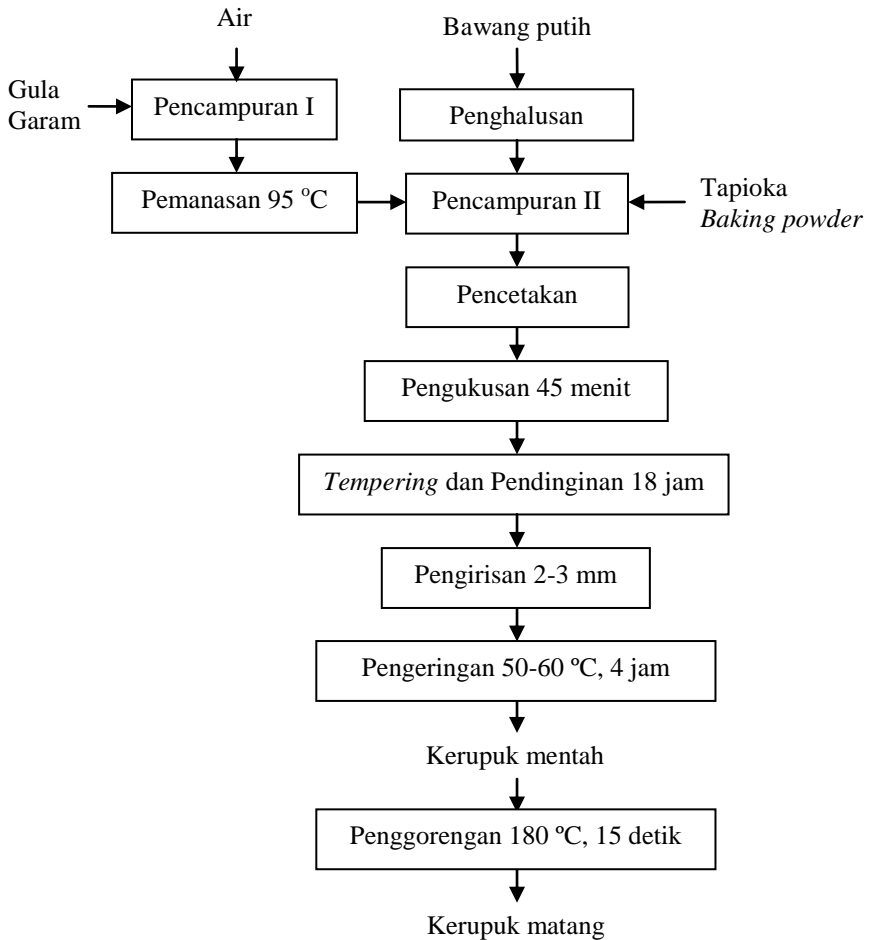
Tabel 2.7. Standar Mutu Air Minum

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
Kedadaan		
Bau		Tidak berbau
Rasa		Normal
Warna		Maks 5
pH		6,0-8,5
Kekeruhan	NTU	Maks 1,5
Zat terlarut	mg/L	Maks 500
Zat organik (angka $\text{KMnO}_4$ )	mg/L	Maks 1,0
Total organik karbon		-
Nitrat (sebagai $\text{NO}_3$ )	mg/L	Maks 45
Nitrit (sebagai $\text{NO}_2$ )	mg/L	Maks 0,005
Amonium ( $\text{NH}_4$ )	mg/L	Maks 0,15
Sulfat ( $\text{SO}_4$ )	mg/L	Maks 200
Klorida (Cl)	mg/L	Maks 250
Fluorida (F)	mg/L	Maks 1
Sianida (CN)	mg/L	Maks 0,05
Besi (Fe)	mg/L	Maks 0,1
Mangan (Mn)	mg/L	Maks 0,05
Klor bebas ( $\text{Cl}_2$ )	mg/L	Maks 0,1
Kromium (Cr)	mg/L	Maks 0,05
Barium (Ba)	mg/L	Maks 0,7
Boron (B)	mg/L	Maks 0,3
Selenium (Se)	mg/L	Maks 0,01
Cemaran logam		
Timbal (Pb)	mg/L	Maks 0,005
Tembaga (Cu)	mg/L	Maks 0,5
Kadmium (Cd)	mg/L	Maks 0,003
Raksa (Hg)	mg/L	Maks 0,001
Perak (Ag)		-
Kobalt (Co)		-
Cemaran arsen	mg/L	Maks 0,01
Cemaran mikroba		
Angka lempeng total awal	koloni/mL	Maks $1,0 \times 10^2$
Angka lempeng total akhir	koloni/mL	Maks $1,0 \times 10^5$
Bakteri bentuk koli	APM/100 mL	< 2
<i>Salmonella</i>	APM/100 mL	Negatif
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	APM/100 mL	Nol

Keterangan: APM = Angka Paling Mungkin

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2006)





Gambar 2.2. Diagram Alir Proses Pembuatan Kerupuk  
Sumber: Suprapti (2005a)

Pada pencampuran II, hasil pemanasan pencampuran I yang sudah mendidih segera dituang ke dalam campuran tapioka, *baking powder*, dan bawang putih yang sudah dihaluskan. Adonan diaduk sampai homogen dan diuleni sampai kalis. Adonan yang sudah kalis dapat dicetak secara manual dengan menggunakan loyang, plastik, atau daun. Pencetakan gelondong

kerupuk menggunakan selongsong plastik yang diberi lubang-lubang kecil agar *steam* dapat masuk. Pencetakan menggunakan loyang dapat menyeragamkan ukuran gelondong adonan, tetapi permukaan adonan yang terkena *steam* tidak merata sehingga tingkat kematangan adonan tidak merata, sedangkan cetakan menggunakan daun dapat memperlama pengukusan karena penetrasi *steam* terhambat oleh daun, ukuran gelondong adonan yang kurang seragam, dan dapat mempengaruhi warna permukaan gelondong. Adonan dibentuk menjadi silinder dengan diameter 4 cm sesuai dengan ukuran plastik. Pembentukan adonan dengan diameter yang terlalu besar menyebabkan penetrasi panas ke dalam adonan lambat sehingga waktu pengukusan juga semakin lama.

### 3. Pengukusan

Pengukusan adalah proses pemanasan menggunakan uap agar pati dalam adonan tergelatinisasi sehingga produk menjadi matang. Selama pemanasan, granula pati akan menyerap air dan membengkak, kehilangan *crystallinity*, dan amilosa keluar dari granula membentuk dispersi koloid yang meningkatkan viskositas. Granula pati berstruktur semi-kristalin yang akan menghasilkan *birefringence* saat dilihat di bawah mikroskop. Saat pati tergelatinisasi dan struktur semi-kristalinnya terganggu, sifat *birefringence* juga akan menghilang dan suspensi pati berubah jernih. Lama waktu pengukusan dipengaruhi oleh ukuran adonan, jumlah adonan dalam setiap pengukusan, dan volume uap air yang dapat dihasilkan. Pengukusan gelondong kerupuk sampai adonan menjadi matang dilakukan selama 45 menit.

### 4. *Tempering* dan Pendinginan

Gelondong kerupuk yang telah dikukus kemudian dilanjutkan pada tahap *tempering* pada suhu ruang selama 1 jam sampai adonan dapat dipegang dengan tangan lalu didinginkan selama 18 jam dalam refrigerasi

dengan suhu sekitar 10 °C. Selama pendinginan, energi kinetik pasta pati tidak akan mampu menahan kecenderungan molekul amilosa untuk bersatu kembali sehingga terjadi kristalisasi ulang (*recrystallization*) pati yang telah mengalami gelatinisasi. Proses ini disebut retrogradasi pati (Winarno, 2002). Retrogradasi pati menyebabkan adonan menjadi kompak dan keras sehingga memudahkan pemotongan. Fenomena ini terjadi untuk semua jenis pati tanpa memandang asal pati tersebut. Dengan demikian, dimungkinkan fenomena yang sama terjadi pada kerupuk yang dibuat dari tepung beras merah yang akan dibuktikan dalam laboratorium.

#### 5. Pengirisan

Pengirisan adonan kerupuk setebal 2-3 mm menggunakan pisau tajam yang sudah diolesi dengan minyak agar tidak lengket dan hasil irisan halus dan rata. Pengirisan kerupuk bertujuan untuk menyeragamkan ukuran sehingga proses pengeringan dapat berlangsung cepat dan merata.

#### 6. Pengeringan

Adonan kerupuk yang sudah diiris dikeringkan untuk mengurangi kadar air dengan panas yang dapat berasal dari sinar matahari maupun alat seperti *cabinet dryer*. Pengeringan dengan sinar matahari kurang disarankan karena suhu pengeringan tidak terkontrol dan dapat tercemar oleh debu dan kotoran. Pengeringan dengan *cabinet dryer* dilakukan pada suhu 50-60 °C. Pengeringan dengan suhu di bawah 50 °C kurang efektif karena memperpanjang waktu pengeringan, sedangkan pengeringan di atas 60 °C dapat menyebabkan *case hardening* dan keretakan pada irisan adonan kerupuk karena suhu yang terlalu tinggi. *Case hardening* juga dapat disebabkan oleh irisan adonan kerupuk yang terlalu tebal sehingga air pada bagian dalam tidak bisa keluar karena permukaan kerupuk sudah kering. Hal ini menunjukkan bahwa laju penguapan air dan laju pembentukan matriks kering tidak seimbang. Kadar air kerupuk mentah yang diharapkan

adalah maksimal 12% karena dapat mempengaruhi umur simpan, kerenyahan, dan tekstur kerupuk yang dihasilkan (Badan Standarisasi Nasional, 1990b). Dalam pembuatan kerupuk berbahan baku beras merah, kandungan serat mungkin berperan dalam pemerangkapan lebih kuat molekul air selama pengeringan. Hal ini dimungkinkan untuk terjadinya fenomena *case hardening*, keutuhan kerupuk, kerenyahan dan tekstur kerupuk, serta umur simpan yang akan diteliti dalam proposal penelitian ini.

## 7. Penggorengan

Penggorengan merupakan proses pemanasan suatu produk dengan suhu tinggi dengan atau tanpa rendaman minyak. Selama penggorengan, terjadi pengeringan dan penyerapan minyak, pengembangan, pelunakan, perubahan warna, aroma, dan rasa, serta pengerasan permukaan (Rahardjo, 2009). Kerupuk mentah hasil pengeringan digoreng dengan media minyak pada suhu 180°C selama 15 detik. Penggorengan akan menyebabkan reaksi Maillard dan dalam penggunaan tepung beras merah untuk menghasilkan kerupuk, perubahan warna menjadi penting karena bahan asal telah memiliki pigmen alami lain. Dengan demikian, penelitian ini perlu untuk menguji warna kerupuk beras merah yang dihasilkan.

### **BAB III HIPOTESA**

Hipotesa yang diajukan adalah diduga ada pengaruh proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap sifat fisikokimia (kadar air, volume pengembangan, daya patah, daya serap minyak, warna, dan kadar serat kasar) dan organoleptik (warna, rasa, dan kerenyahan) kerupuk beras merah.

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

### **4.1. Bahan**

#### **4.1.1. Bahan untuk Proses**

Bahan yang digunakan untuk pembuatan kerupuk berkualitas *food grade* yang dibeli meliputi tapioka (Langgeng Jaya), beras merah (PT. Pangan Lestari), *double acting baking powder* (Clabber Girl Corporation), bawang putih, garam dapur (PT. Susanti Megah), gula (*Sugar Group Companies*), air minum dalam kemasan (PT. Tirta Bahagia), minyak goreng (PT. Sinar Mas), selongsong plastik PP, dan kertas merang.

#### **4.1.2. Bahan untuk Analisa**

Bahan yang digunakan untuk analisa kualitas *pro-analysis* meliputi  $\text{H}_2\text{SO}_4$  1,25% (Merck),  $\text{NaOH}$  3,25% (Mallinckrodt), kertas saring, akuades, kertas lakmus,  $\text{K}_2\text{SO}_4$  10% (Merck), dan etanol 95% (Merck), serta silika gel dan jewawut.

### **4.2. Alat**

#### **4.2.1. Alat Proses**

Alat yang digunakan dalam proses pengolahan adalah timbangan digital (Ohaus), *chopper* (Philips), termometer, pengukus, *refrigerator* (Sansio), *cabinet dryer* (Bengkel Rekayasa Wangdi W), *deep fryer* (Fritel).

#### **4.2.2. Alat Analisa**

Alat yang digunakan untuk analisa adalah oven (Binder), timbangan analitis (Mettler Toledo), timbangan digital (Sartorius CP 224S, Jerman), *texture analyzer* (TA-XTPlus, Stable Microsystems), *colour reader* (Minolta), mikrometer sekrup.

### 4.3. Tempat dan Waktu Penelitian

#### 4.3.1. Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan, Laboratorium Analisa Pangan, Laboratorium Pengawasan Mutu dan Pengujian Sensoris Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, serta Laboratorium Teknologi Hasil Panen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

#### 4.3.2. Waktu Penelitian

Penelitian pendahuluan dilakukan pada bulan November 2011 – April 2012, sedangkan penelitian lanjutan dilakukan pada bulan Mei 2012 – Juni 2012.

### 4.4. Metode Penelitian

#### 4.4.1. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal, yaitu proporsi tapioka dengan tepung beras merah yang terdiri dari enam perlakuan yang diulang sebanyak empat kali. Rancangan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Rancangan Penelitian

Ulangan	Perlakuan					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
1	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (1)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (1)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (1)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (1)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (1)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (1)
2	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (2)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (2)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (2)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (2)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (2)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (2)
3	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (3)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (3)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (3)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (3)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (3)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (3)
4	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (4)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (4)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (4)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (4)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (4)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (4)

Keterangan:

T = tapioka

B = tepung beras merah

T<sub>100</sub>B<sub>0</sub> = Tapioka 100% : Tepung beras merah 0%

T<sub>90</sub>B<sub>10</sub> = Tapioka 90% : Tepung beras merah 10%

T<sub>80</sub>B<sub>20</sub> = Tapioka 80% : Tepung beras merah 20%

T<sub>70</sub>B<sub>30</sub> = Tapioka 70% : Tepung beras merah 30%

T<sub>60</sub>B<sub>40</sub> = Tapioka 60% : Tepung beras merah 40%

T<sub>50</sub>B<sub>50</sub> = Tapioka 50% : Tepung beras merah 50%

Parameter pengujian meliputi sifat fisikokimia dan organoleptik. Sifat fisikokimia meliputi kadar air, volume pengembangan, daya patah, daya serap minyak, warna, dan kadar serat kasar. Pengujian organoleptik meliputi uji kesukaan panelis terhadap warna, rasa, dan kerenyahan kerupuk.

Data-data yang diperoleh dianalisa statistik dengan uji ANAVA (*Analysis of Varians*) dengan  $\alpha = 5\%$  untuk mengetahui apa ada perbedaan yang nyata antar perlakuan. Jika hasil uji ANAVA menunjukkan ada beda nyata, maka pengujian dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda dengan uji DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) dengan  $\alpha = 5\%$  untuk mengetahui perlakuan mana yang memberikan perbedaan nyata.

#### **4.4.2. Rencana Pelaksanaan Penelitian**

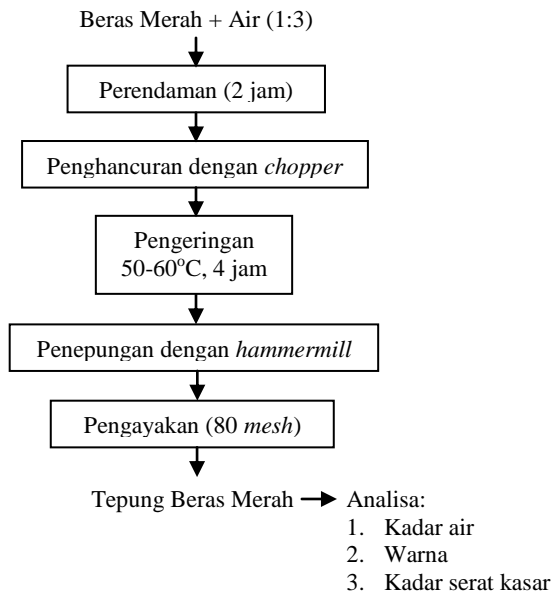
Penelitian dilakukan dalam dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui aspek teknis pembuatan kerupuk dan menentukan formulasinya seperti pada Tabel 4.2. Penelitian utama bertujuan untuk mempelajari lebih lanjut pengaruh perbedaan perlakuan terhadap sifat fisikokimia dan organoleptik kerupuk yang disubstitusi dengan tepung beras merah. Diagram proses pembuatan tepung beras merah dan pembuatan kerupuk dapat dilihat pada Gambar 4.1 dan 4.2.



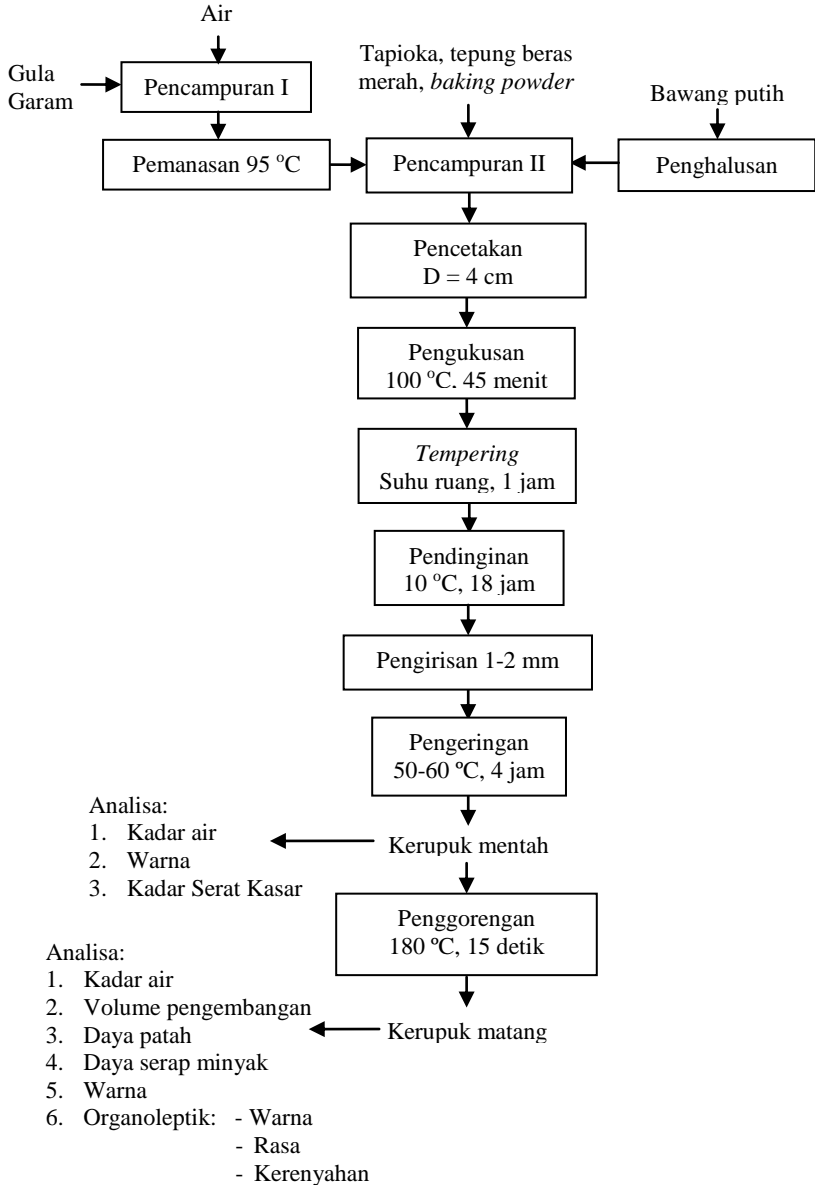
Tabel 4.2. Formulasi Kerupuk Beras Merah

Berat Bahan	Perlakuan					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
Tapioka (%)	100	90	80	70	60	50
Tepung beras merah (%)	0	10	20	30	40	50
<i>Baking powder</i> (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Bawang putih (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Gula (%)	4	4	4	4	4	4
Garam (%)	2	2	2	2	2	2
Air (%)	110	110	110	110	110	110

Keterangan: persen (%) bahan dihitung berdasarkan berat total tepung yang digunakan.



Gambar 4.1. Diagram Alir Pembuatan Tepung Beras Merah  
Sumber: Arsdel (1973), dengan modifikasi



Gambar 4.2. Diagram Alir Proses Pembuatan Kerupuk Beras Merah  
Sumber: Suprapti (2005a), dengan modifikasi

### 1. Persiapan bahan

Persiapan bahan meliputi pembuatan tepung beras merah dan penimbangan semua bahan yang digunakan, seperti tapioka, *baking powder*, garam, gula, dan bawang putih mengikuti formula pada Tabel 4.2. Tahap pembuatan tepung beras merah mengikuti diagram proses pada Gambar 4.1. Tahap pembuatan tepung beras merah meliputi perendaman beras merah selama dua jam dengan perbandingan dengan air 1:3, penghancuran menggunakan *chopper*, pengeringan dengan *cabinet dryer* selama 4 jam pada suhu 50-60 °C, penepungan dengan *hammer mill*, pengayakan, dan analisa fisikokimia, meliputi analisa kadar air agar sesuai dengan standar mutu tepung, warna, dan kadar serat kasar tepung beras merah.

### 2. Pencampuran I

Tahap pencampuran I merupakan tahap pencampuran garam dan gula yang dilarutkan dengan air sesuai dengan formula pada Tabel 4.2. Larutan ini kemudian dipanaskan hingga suhu 95 °C.

### 3. Pencampuran II

Tahap pencampuran II meliputi pencampuran semua bahan kering seperti tapioka, tepung beras merah, *baking powder*, dan bawang putih. Larutan gula dan garam yang telah dipanaskan dituang ke dalam campuran bahan kering, diaduk hingga homogen, dan diuleni sampai adonan menjadi kalis. Semua dilakukan pada suhu ruang.

### 4. Pencetakan

Adonan yang sudah kalis dibentuk secara manual dengan menggunakan tangan menjadi silinder dengan diameter sekitar 4 cm. Pencetakan adonan kerupuk menggunakan plastik PP dengan ketebalan 3 mm yang diberi lubang-lubang kecil.

#### 5. Pengukusan

Pengukusan gelondongan adonan dilakukan menggunakan dandang selama 45 menit dengan suhu  $\pm 100$  °C. Pada proses ini terjadi gelatinisasi tapioka dan tepung beras merah sehingga dihasilkan gelondongan kerupuk matang.

#### 6. *Tempering* dan Pendinginan

Gelondongan adonan matang dilakukan *tempering* pada suhu ruang hingga sampai adonan dapat dipegang dengan tangan ( $\pm 1$  jam), lalu didinginkan selama 18 jam dalam refrigerasi dengan suhu 10 °C.

#### 7. Pengirisan

Gelondongan yang sudah dingin dan keras dipotong menggunakan pisau *stainless steel* tajam yang sudah diolesi dengan minyak agar tidak lengket. Gelondongan diiris dengan ketebalan  $\pm 1-2$  mm.

#### 8. Pengeringan

Irisan kerupuk dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 50 °C selama 1 jam dan dilanjutkan dengan suhu 60 °C selama 3 jam. Kadar air maksimal irisan kerupuk setelah dikeringkan adalah 12%.

#### 9. Penggorengan

Kerupuk mentah digoreng menggunakan *deep fryer* dengan media minyak bersuhu 180 °C selama 15 detik.

### 4.5. Variabel Penelitian

Kerupuk yang dianalisa adalah kerupuk mentah dan kerupuk yang sudah digoreng. Analisa pada kerupuk mentah adalah kadar air dan warna, sedangkan analisa pada kerupuk yang sudah digoreng adalah kadar air, volume pengembangan, daya patah, daya serap minyak, warna, kadar serat

kasar, dan kesukaan panelis terhadap warna, rasa, dan kerenyahan kerupuk beras merah.

#### 4.6. Prosedur Kerja Pengukuran Variabel Penelitian

##### 4.6.1. Analisa Kadar Air Metode *Thermogravimetri* (Sudarmadji, dkk, 1997)

1. Kerupuk mentah yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 1 g dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya.
2. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 4 jam, kemudian didinginkan dalam eksikator selama 10 menit, dan ditimbang.
3. Sampel dipanaskan kembali dalam oven selama 30 menit, didinginkan dalam eksikator selama 10 menit, dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi hingga tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg).
4. Pengurangan berat menunjukkan banyaknya air dalam bahan, yang dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{berat sampel awal} - \text{berat sampel akhir}}{\text{berat sampel awal}} \times 100\%$$

##### 4.6.2. Volume Pengembangan

1. Pengisian gelas ukur 500 mL dengan jiwawut dan dipadatkan dengan *vibrator tyller* ( $V_1$ ).
2. Pengisian kerupuk mentah dan jiwawut sebanyak  $V_1$  mL dan dipadatkan dengan *vibrator tyller* ( $V_2$ ).
3. Kerupuk mentah digoreng dengan suhu 180 °C selama 15 detik.
4. Pengisian kerupuk matang dan jiwawut sebanyak  $V_1$  mL dan dipadatkan dengan *vibrator tyller* ( $V_3$ ).
5. Volume pengembangan kerupuk dihitung dengan rumus:

$$\text{Volume pengembangan} = (V_3 - V_1)/(V_2 - V_1) \times 100\%$$

#### 4.6.3. Daya Patah dengan *Texture Analyzer (Crisp Fracture Support Rig)*

1. Sampel kerupuk matang disiapkan dengan ketebalan  $\pm 1,5 - 2$  mm dan diletakkan pada tempat yang disediakan.
2. Tombol *start* ditekan dan pisau (*ball probe*) yang berada di atas sampel akan turun dan mematahkan sampel.
3. Angka yang diperoleh dicatat sebagai besar beban yang diperlukan untuk mematahkan sampel (N/s).
4. Spesifikasi alat:

*Test mode* : *Compression*

*Pre-test speed* : 1,0 mm/s

*Test speed* : 2,0 mm/s

*Post-test speed* : 10,0 mm/s

*Target mode* : *Distance*

*Distance* : 5 mm

*Trigger type* : *Auto (Force)*

*Trigger force* : 5 g

*Break mode* : *off*

*Stop plot at* : *Start Position*

*Tare mode* : *Auto*

#### 4.6.4. Pengujian Warna dengan *Minolta Colour Reader*

1. Sampel ditempelkan pada alat sensor *colour reader*.
2. Tombol *power on* pada alat *colour reader* ditekan.
3. Hasil pengujian yang terbaca dicatat, yaitu nilai L (*lightness*), a (*redness*), dan b (*yellowness*).

L = interval 0 – 100 (gelap – cerah)

a = interval positif – negatif (merah – hijau)

b = interval positif – negatif (kuning – biru)

#### 4.6.5. Daya Serap Minyak (Mohamed *et al* (1988) dalam Nurul *et al* (2009))

Daya serap minyak merupakan kemampuan kerupuk untuk menyerap minyak (g) selama proses penggorengan per berat kerupuk (g). Cara perhitungan daya serap minyak adalah sebagai berikut.

- a. Sampel kerupuk mentah diukur berat airnya dengan metode thermogravimetri.
- b. Berat kering kerupuk mentah ditentukan ( $W_1$  dalam gram).
- c. Kerupuk mentah digoreng dengan minyak suhu 180 °C, 15 detik.
- d. Sampel kerupuk yang sudah digoreng diukur kadar airnya dengan metode thermogravimetri.
- e. Berat kering kerupuk yang sudah digoreng ditentukan ( $W_2$  dalam gram).
- f. Daya serap minyak dihitung dengan rumus:

$$\text{Daya serap minyak} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\%$$

#### 4.6.6. Kadar Serat Kasar (Hartati dan Prana, 2003)

1. Sampel sebanyak 2 g ( $G_1$ ) diekstraksi lemaknya dengan metode soxhlet.
2. Sampel dalam erlenmeyer ditambah dengan 200 mL  $H_2SO_4$  1,25% mendidih dan dididihkan selama 30 menit dengan pendingin balik.
3. Disaring dengan kertas saring.
4. Residu dicuci dengan akuades mendidih sampai air cucian tidak bersifat asam (diuji dengan kertas lakmus).
5. Residu dipindah ke dalam erlenmeyer, ditambah dengan 200 mL NaOH 3,25% mendidih, dan dididihkan selama 30 menit dengan pendingin balik.
6. Disaring dengan kertas saring yang sudah diketahui beratnya ( $G_2$ ) sambil dicuci dengan  $K_2SO_4$  10%.

7. Residu dicuci dengan akuades mendidih dan dilanjutkan dengan 15 mL alkohol 95%.
8. Residu dan kertas saring dikeringkan pada oven dengan suhu 105 °C selama 4 jam, didinginkan dalam eksikator, dan ditimbang.
9. Sampel dipanaskan kembali dalam oven selama 30 menit, didinginkan dalam eksikator selama 10 menit, dan ditimbang. Perlakuan ini diulangi hingga tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 mg) ( $G_3$ ).
10. Kadar serat kasar dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar Serat Kasar} = \frac{G_3 - G_2}{G_1} \times 100\%$$

#### 4.6.7. Pengujian Organoleptik

Pengujian sifat sensoris kerupuk dilakukan untuk menguji kesukaan panelis (*preference test*) terhadap warna, rasa, dan kerenyahan kerupuk. Pengujian organoleptik akan dilakukan oleh panelis tidak terlatih sebanyak 80 orang. Sampel diberi kode yang terdiri dari tiga angka yang acak agar tidak menimbulkan penafsiran tertentu oleh panelis (Kartika dkk., 1988). Kuesioner untuk pengujian organoleptik dapat dilihat pada Lampiran 1.

Hasil uji digambarkan dengan grafik *spider web* menggunakan nilai rata-rata yang diperoleh dari panelis sehingga dapat diperoleh gambaran produk secara keseluruhan.



## **BAB V**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kerupuk beras merah merupakan kerupuk nabati yang berbahan baku sebagian besar adalah tapioka dan tepung beras merah. Penggunaan beras merah bertujuan untuk diversifikasi konsumsi beras merah karena tingkat konsumsi beras merah di masyarakat lebih rendah daripada konsumsi beras putih. Padahal, nilai gizi beras merah lebih tinggi daripada beras putih, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.1. Rendahnya tingkat konsumsi beras merah disebabkan oleh tekstur beras merah yang lebih pera daripada beras putih karena memiliki kadar amilosa yang lebih tinggi sehingga waktu untuk menanak lebih panjang. Selain itu, adanya komponen lemak yang lebih tinggi pada bagian bran menyebabkan beras merah lebih mudah mengalami ketengikan daripada beras putih (Alden, 2006). Hal ini disebabkan karena beras merah tidak mengalami penyosohan seperti halnya beras putih, sehingga kulit ari yang kaya akan serat dan asam-asam lemak esensial masih melekat pada endosperma. Tepung beras merah yang digunakan pada penelitian ini berasal dari penggilingan beras merah yang diayak dan lolos ayakan 80 *mesh*. Beras merah yang digunakan adalah beras merah lokal yang dikemas oleh PT. Pangan Lestari. Penepungan beras merah dapat mempermudah proses pengolahan selanjutnya karena mudah dicampur dengan bahan pangan lain.

Substitusi tapioka dengan tepung beras merah diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan tepung beras merah. Namun, melalui hasil penelitian pendahuluan, volume pengembangan kerupuk menjadi lebih rendah, kerenyahan menurun, dan warna kerupuk semakin gelap. Karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui berapa proporsi tapioka dan tepung beras merah yang tepat sehingga dihasilkan kerupuk beras

merah dengan sifat fisikokimia dan organoleptik yang dapat diterima oleh konsumen.

Perubahan sifat fisikokimia dan organoleptik kerupuk beras merah disebabkan oleh perubahan komponen-komponen penyusun kerupuk. Perubahan-perubahan tersebut diamati dari beberapa parameter, yaitu kadar air kerupuk mentah, volume pengembangan, daya patah, kadar air kerupuk goreng, daya serap minyak, warna, kadar serat kasar, dan sifat sensoris yang meliputi warna, rasa, dan kerenyahan.

## 5.1. Sifat Fisikokimia Kerupuk Beras Merah

### 5.1.1. Karakteristik Tepung Beras Merah

Tepung beras merah yang digunakan berasal dari penggilingan beras merah yang lolos ayakan 80 *mesh*. Tepung beras merah yang dihasilkan dianalisa kadar air secara *thermogravimetri* dan warna dengan *Minolta Color Reader*. Kadar air tepung beras merah hasil analisa adalah 8,47%. Kadar air ini memenuhi standar kadar air maksimum tepung beras berdasarkan Badan Standarisasi Nasional (2009) yaitu 13%. Tapioka sebagai bahan baku utama dalam pembuatan kerupuk disubstitusi dengan tepung beras merah sehingga mempengaruhi karakteristik fisikokimia dan organoleptik kerupuk beras merah yang dihasilkan. Karakteristik tepung beras merah hasil analisa dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1. Karakteristik Tepung Beras Merah Hasil Analisa

Kadar Air (%)	Kadar Serat (%)	<i>Lightness</i> (L*)	<i>Redness</i> (a*)	<i>Yellowness</i> (b*)
8,47%	2,08%	56,17	18,17	14,3

Secara teoritis, tepung beras merah memiliki rasio amilosa dan amilopektin sebesar 22:78 (Santika dan Rozakurniati, 2010), sedangkan tapioka memiliki rasio 17:83 (Moelyaningsih, 1990). Substitusi tapioka dengan tepung beras merah dalam pembuatan kerupuk beras merah akan

mengubah rasio tersebut sehingga ikut mempengaruhi karakteristik fisikokimia dan organoleptik kerupuk beras merah. Pada penelitian ini, rasio amilosa dan amilopektin kerupuk beras merah pada tiap perlakuan tidak diteliti, sehingga rasio tersebut didekati dari perhitungan teoritis yang disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Perhitungan Teoritis Rasio Amilosa dan Amilopektin Kerupuk Beras Merah.

	Proporsi Tapioka:Tepung Beras Merah					
	100:0	90:10	80:20	70:30	60:40	50:50
Amilosa	17	17,5	18	18,5	19	19,5
Amilopektin	83	82,5	82	81,5	81	80,5

### 5.1.2. Kadar Air

Pengukuran kadar air dengan metode *thermogravimetri* bertujuan untuk mengetahui kadar air kerupuk beras merah mentah. Menurut Badan Standarisasi Nasional (1990b), standar kadar air maksimum kerupuk mentah adalah 12%. Hasil pengukuran kadar air kerupuk beras merah mentah untuk semua perlakuan telah memenuhi syarat mutu tersebut, yaitu di bawah 12%.

Hasil analisa statistik data kadar air dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 3) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air kerupuk beras merah mentah. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan perbedaan yang nyata seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.3.

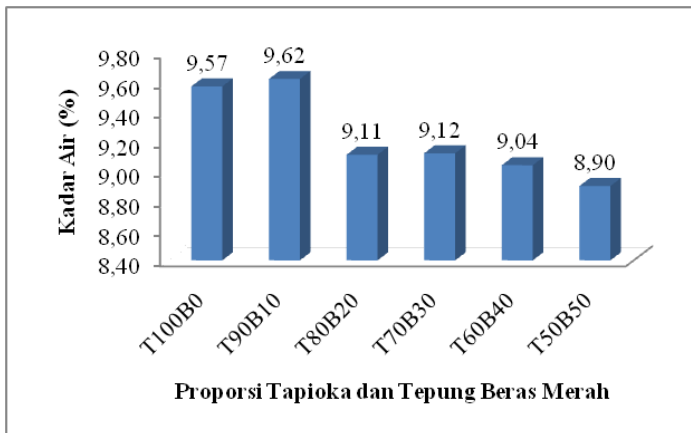
Peningkatan proporsi tepung beras merah menyebabkan penurunan kadar air secara signifikan. Penurunan kadar air tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.1. Kadar air kerupuk perlakuan T<sub>100</sub>B<sub>0</sub> dan T<sub>90</sub>B<sub>10</sub> tidak berbeda nyata. Penurunan kadar air yang signifikan mulai terlihat pada perlakuan

T<sub>80</sub>B<sub>20</sub>, dimana sebanyak 20% tapioka disubstitusi dengan tepung beras merah.

Tabel 5.3. Kadar Air Kerupuk Beras Merah Mentah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Kadar Air (%)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	9,57 <sup>bc</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	9,62 <sup>c</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	9,11 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	9,12 <sup>ab</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	9,04 <sup>a</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	8,90 <sup>a</sup>

Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan.



Gambar 5.1. Histogram Rata-rata Kadar Air Kerupuk Beras Merah Mentah

Saat irisan gelondong kerupuk dikeringkan, air bebas yang secara fisik terikat dalam jaringan matriks bahan dan sebagian air yang terikat kuat melalui ikatan hidrogen antara molekul air dan molekul lain pada kerupuk akan diuapkan. Perlakuan pengeringan yang sama pada suhu 50 °C selama 1 jam dan dilanjutkan pengeringan suhu 60 °C selama 3 jam dalam *cabinet dryer* menghasilkan penurunan kadar air akhir kerupuk beras merah mentah sebanding dengan peningkatan proporsi tepung beras merah.

Penurunan kadar air kerupuk beras merah mentah disebabkan oleh adanya interaksi di antara komponen-komponen di dalam kerupuk beras merah, yaitu interaksi antara pati, serat, protein, dan air. Hasil dari penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah, air yang dibutuhkan pada proses pencampuran adonan semakin banyak, seperti pada Tabel 5.4.

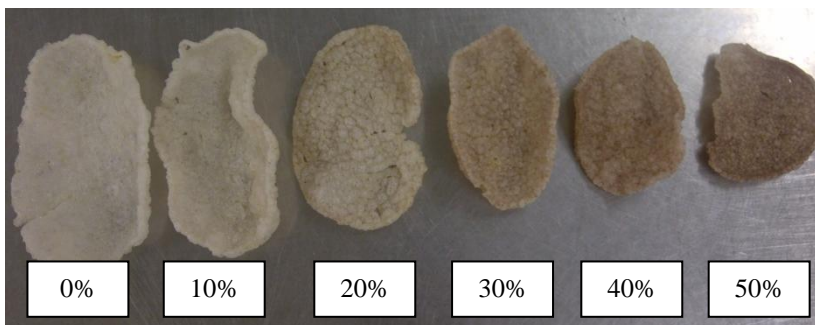
Tabel 5.4. Kebutuhan Air pada Proses Pencampuran Adonan Kerupuk

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
Air yang ditambahkan (%)	70	80	90	100	110	120

Peningkatan kebutuhan air pada proses pencampuran menunjukkan adanya komponen yang dapat mengikat air lebih banyak pada tepung beras merah daripada tapioka. Salah satu komponen dominan pada tepung beras merah yang banyak mengikat air tanpa ada pemanasan adalah serat. Penyeragaman penambahan volume air pada penelitian utama (105%) menyebabkan terjadinya perbedaan kecukupan air untuk gelatinisasi saat pengukusan adonan kerupuk. Kadar air adonan kerupuk semakin meningkat dan cenderung lebih lembek saat air yang ditambahkan banyak sehingga gelatinisasi adonan kerupuk saat pengukusan menjadi lebih sempurna, sebaliknya pada adonan yang penambahan airnya sedikit, terjadi kompetisi pengikatan air antara pati dan serat selama pengukusan sehingga air yang digunakan untuk gelatinisasi pati kurang mencukupi. Pada penelitian ini, derajat gelatinisasi kerupuk pada setiap perlakuan tidak diukur, tetapi kesempurnaan gelatinisasi granula pati dalam adonan kerupuk didekati dari penelitian Taewee *et al.* (2008), yang menunjukkan bahwa pati memang dapat tergelatinisasi saat perbandingan antara pati dan air 1:0,3; tetapi syarat untuk terjadinya gelatinisasi sempurna adalah perbandingan antara pati dan air minimal 1:1,5. Gelatinisasi pati dalam kerupuk beras merah dapat dilihat

pada Gambar 5.2 yang ditunjukkan dari ukuran akhir kerupuk goreng yang semakin mengecil yang terbentuk setelah proses penggorengan.

Ukuran kerupuk goreng yang semakin kecil dengan semakin tingginya tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah menunjukkan gelatinisasi adonan kerupuk selama pengukusan tidak sempurna karena jumlah air yang masuk ke dalam granula semakin sedikit. Gelatinisasi yang cukup menyebabkan granula pati membengkak maksimal sebagai akibat dari masuknya air dalam jumlah besar ke dalam granula. Gambar 5.2 menunjukkan bahwa kurangnya gelatinisasi pada adonan kerupuk mulai dapat diamati pada tingkat substitusi tepung beras merah sebanyak 20%. Hal ini menyebabkan kerupuk mentah dengan tingkat substitusi 0% dan 10% memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan kerupuk dengan tingkat substitusi 20%, 30%, 40%, dan 50%. Kurangnya air yang masuk ke dalam granula menyebabkan kadar air kerupuk menjadi rendah.



Gambar 5.2. Kerupuk Beras Merah dengan Berbagai Tingkat Substitusi

Kecukupan gelatinisasi adonan kerupuk juga dipengaruhi oleh rasio amilosa dan amilopektin adonan. Tabel perhitungan rasio amilosa dan amilopektin secara teoritis (Tabel 5.2) menunjukkan bahwa semakin tinggi tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah, kadar amilosa adonan kerupuk menjadi semakin tinggi. Kadar amilosa yang tinggi dapat

meningkatkan suhu dan waktu gelatinisasi adonan kerupuk sehingga dapat menyebabkan kurangnya kecukupan gelatinisasi (Taewee, 2011). Suhu gelatinisasi pati beras berkisar antara 73-90 °C (Argasasmita, 2008), sedangkan suhu gelatinisasi tapioka berkisar antara 52-64 °C (Moelyaningsih, 1990). Gelatinisasi pati dalam gelondong kerupuk yang dihasilkan dari proses pengukusan kurang sempurna walaupun adonan dari setiap perlakuan dikukus pada suhu dan waktu yang lebih tinggi, yaitu 100 °C selama 45 menit. Hal ini disebabkan oleh rasio pati dan air dalam setiap perlakuan berbeda dan tidak memenuhi persyaratan terjadinya gelatinisasi sempurna, yaitu 1:1,5.

Amilopektin memiliki sifat yang sukar melepas air, lain dengan amilosa yang mudah melepas air dan lebih mudah mengalami retrogradasi. Semakin tinggi tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah, semakin rendah kadar amilopektin adonan kerupuk. Hal ini menyebabkan air yang dapat dipertahankan oleh amilopektin juga semakin rendah sehingga kadar air kerupuk mentah juga semakin rendah. Dalam hal ini amilosa kurang berperan dalam mempertahankan air pada irisan kerupuk mentah karena pada proses *tempering* dan pendinginan gelondong kerupuk, adonan kerupuk telah mengalami retrogradasi yang berarti amilosa telah melepaskan air.

Pada proses pengukusan, pati juga berinteraksi dengan protein membentuk matriks gel pati-protein yang stabil melalui ikatan hidrogen, kovalen, dan ionik (Aini dkk., 2009). Semakin tinggi tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah, kadar protein adonan kerupuk semakin meningkat karena tepung beras merah memiliki kadar protein yang lebih tinggi (7,50%) daripada tapioka (1,10%) (Makfoeld, 1980 dan Direktorat Gizi Kesehatan RI, 1996). Hal ini menyebabkan matriks gel pati-protein yang terbentuk juga semakin banyak. Matriks gel pati-protein ini

menyebabkan air yang terikat di dalamnya tidak mudah terlepas selama proses pengeringan, sehingga sebagian air yang sukar lepas ini tidak terukur sebagai kadar air (Utomo, 2008).

### 5.1.3. Volume Pengembangan

Volume pengembangan merupakan salah satu parameter mutu kerupuk goreng yang penting karena berhubungan dengan kerenyahan kerupuk. Kerupuk yang disukai konsumen umumnya memiliki volume pengembangan yang tinggi. Selama penggorengan, kerupuk mengalami pemekaran atau pengembangan sehingga kerupuk menjadi ringan dan porous. Air dan gas yang mula-mula terperangkap dalam gel berubah menjadi uap karena adanya peningkatan suhu; kemudian mendesak gel untuk mengembang dan gas/uap dilepaskan ke lingkungan, sehingga ikatan hidrogen dalam gel tidak mampu menahan pengembangan gas saat penggorengan (Nabil, 1983 dalam Widati dkk., 2007).

Hasil analisa statistik data volume pengembangan dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 4) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap volume pengembangan kerupuk beras merah. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan perbedaan yang nyata seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.5. Peningkatan proporsi tepung beras merah menyebabkan penurunan volume pengembangan kerupuk secara signifikan. Penurunan tersebut terlihat pada Gambar 5.3.

Pada penelitian ini, tapioka yang disubstitusi dengan tepung beras merah menghasilkan kerupuk dengan volume pengembangan yang semakin rendah. Volume pengembangan kerupuk pada perlakuan  $T_{100}B_0$  dan  $T_{90}B_{10}$  tidak berbeda nyata. Hal ini dipengaruhi oleh kadar air kerupuk mentah, dimana kadar air kerupuk mentah pada perlakuan  $T_{100}B_0$  dan  $T_{90}B_{10}$  juga tidak berbeda nyata. Perbedaan volume pengembangan yang nyata mulai

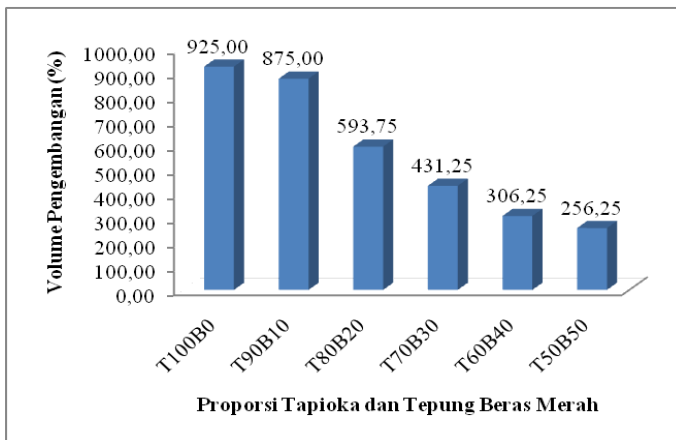


terlihat pada perlakuan  $T_{80}B_{20}$ . Perlakuan  $T_{70}B_{30}$  dan  $T_{60}B_{40}$  berbeda nyata dengan perlakuan  $T_{80}B_{20}$ , tapi perlakuan  $T_{60}B_{40}$  dan  $T_{50}B_{50}$  tidak berbeda nyata. Perlakuan  $T_{60}B_{40}$  dan  $T_{50}B_{50}$  memiliki volume pengembangan yang paling rendah.

Tabel 5.5. Volume Pengembangan Kerupuk Beras Merah setelah Proses Penggorengan

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Volume Pengembangan (%)
$T_{100}B_0$	925,00 <sup>d</sup>
$T_{90}B_{10}$	875,00 <sup>d</sup>
$T_{80}B_{20}$	593,75 <sup>c</sup>
$T_{70}B_{30}$	431,25 <sup>b</sup>
$T_{60}B_{40}$	306,25 <sup>ab</sup>
$T_{50}B_{50}$	256,25 <sup>a</sup>

Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan.



Gambar 5.3. Histogram Penurunan Volume Pengembangan Kerupuk Beras Merah

Saat digoreng, jumlah air yang diuapkan paling sedikit terjadi pada kerupuk beras merah dengan tingkat substitusi yang paling tinggi sehingga volume pengembangannya paling rendah. Kemudahan matriks kerupuk untuk didesak oleh gas/uap selama penggorengan tergantung dari kesempurnaan gelatinisasi gelondong kerupuk; semakin tinggi tingkat

substitusi, kadar pati semakin rendah dan kadar serat semakin tinggi sehingga gelatinisasi pati menjadi kurang sempurna. Tetapi, kadar serat ini dapat mempertahankan air selama proses penggorengan. Penurunan volume pengembangan kerupuk ini disebabkan oleh perubahan komponen-komponen dalam kerupuk yang menyebabkan gelatinisasi tidak berjalan sempurna. Kyaw *et al.* (1999) dalam Huda *et al.* (2009) menyatakan bahwa volume pengembangan kerupuk yang maksimal terjadi jika granula pati membengkak sempurna.

Kadar air kerupuk mentah dapat mempengaruhi volume pengembangan kerupuk. Kadar air yang tinggi menyebabkan penurunan volume pengembangan kerupuk. Hal ini berkebalikan dengan data kadar air (Gambar 5.1) yang telah ditampilkan sebelumnya. Semakin rendah kadar air, volume pengembangan semakin menurun. Hal ini disebabkan faktor-faktor yang mempengaruhi volume pengembangan kerupuk tidak hanya kadar air kerupuk, tetapi juga komponen-komponen lain dalam kerupuk seperti komposisi proksimat kerupuk beras merah, rasio amilosa amilopektin, serat, protein, dan penggunaan bahan pengembang seperti *baking powder*. Kerupuk dengan tingkat substitusi tepung beras merah 0% dan 10% tetap memiliki volume pengembangan yang tinggi seperti pada Tabel 5.5 walaupun memiliki kadar air yang lebih tinggi daripada kerupuk dengan tingkat substitusi tepung beras merah 20%, 30%, 40%, dan 50%. Hal ini disebabkan karena kadar air yang dimiliki oleh perlakuan T<sub>100</sub>B<sub>0</sub> dan T<sub>90</sub>B<sub>10</sub> masih sesuai dengan standar SNI, yaitu di bawah 12%. Hasil penelitian Soekarto (1997) juga menunjukkan bahwa kerupuk tapioka mentah masih dapat mengembang dengan baik saat digoreng pada kisaran rata-rata kadar air 7,6% - 11%.

Pati, khususnya tapioka merupakan bahan baku utama yang berperan penting dalam proses pengembangan kerupuk. Kerupuk yang dibuat dari

pati lain memiliki volume pengembangan yang lebih rendah dibandingkan dengan kerupuk yang dibuat dari tapioka saja (Taewee, 2011). Hal ini disebabkan oleh kadar amilosa tapioka yang rendah dan ukuran granula yang kecil sehingga suhu gelatinisasi rendah; suhu gelatinisasi yang rendah memungkinkan terjadinya tingkat gelatinisasi yang lebih tinggi (Tongdang, 2008). Pati yang mengandung amilopektin tinggi seperti tapioka tidak membentuk gel yang kokoh dan pasta yang dihasilkan lebih lunak (*long texture*) sehingga gel tersebut mempunyai kecenderungan merenggang daripada patah setelah dikeringkan dan digoreng yang menyebabkan tingkat pengembangan yang lebih besar (Matz, 1976).

Proporsi tepung beras merah yang lebih tinggi menyebabkan kadar amilosa dalam adonan kerupuk menjadi lebih tinggi seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.2. Tepung dengan kadar amilosa tinggi menyebabkan penurunan volume pengembangan karena gelondong kerupuk yang terbentuk lebih keras akibat tingkat retrogradasi yang lebih tinggi (Taewee, 2011). Amilosa lebih mudah mengalami retrogradasi daripada amilopektin karena strukturnya yang lurus mudah melepas air, berbeda dengan amilopektin yang strukturnya bercabang sehingga lebih sukar melepas air.

Substitusi tapioka dengan tepung beras merah dalam adonan kerupuk dapat menurunkan volume pengembangan karena terjadi pengurangan komponen pati sebagai komponen utama kerupuk goreng. Hal ini disebabkan juga oleh makronutrien lain selain pati dalam jumlah yang lebih tinggi daripada tapioka, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.6 sehingga total pati dalam setiap perlakuan semakin berkurang dengan semakin tingginya tingkat substitusi. Komponen pati khususnya fraksi amilopektin merupakan salah satu komponen penting yang menentukan volume pengembangan kerupuk karena sifat amilopektin yang *long texture*.

Tabel 5.6. Perbandingan Komposisi Makronutrien Tapioka dan Tepung Beras Merah

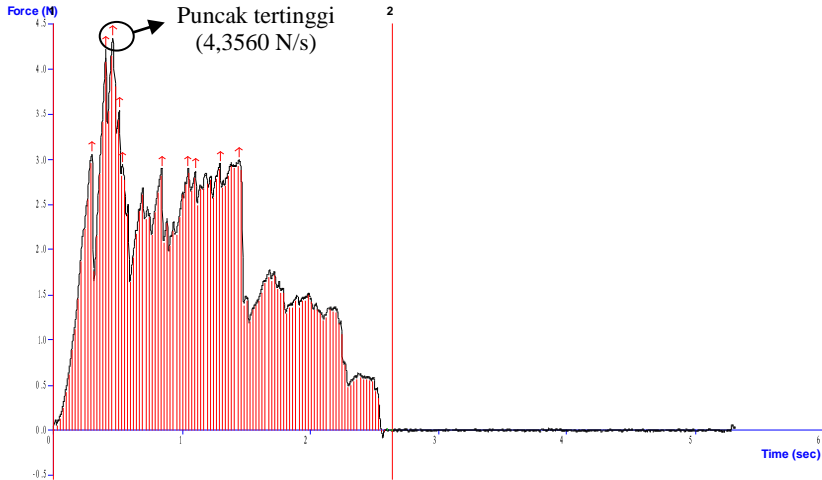
Komposisi	Tapioka	Tepung Beras Merah
Protein (g)	1,10	7,50
Lemak (g)	0,50	0,90
Karbohidrat (g)	88,20	77,60
Serat (g)	0,60	5,00

Sumber: Makfoeld (1980), Direktorat Gizi Kesehatan RI (1996), Indrasari (2006)

Kadar protein yang tinggi pada kerupuk mentah dapat menurunkan volume pengembangan karena terjadi perbedaan sifat viskoelastisitas matriks kerupuk mentah dan adanya kemampuan *crosslinking* antara pati dan protein dengan semakin tingginya tingkat substitusi (Noorakmar *et al.*, 2012). Kerupuk dengan kadar protein yang lebih tinggi memiliki sifat viskoelastisitas dan kecenderungan *crosslinking* antara pati dan protein yang lebih tinggi sehingga matriks kerupuk mentah menjadi lebih rapat dan sukar mengembang saat digoreng.

#### 5.1.4. Daya Patah

Daya patah kerupuk merupakan parameter yang berhubungan dengan volume pengembangan dan kerenyahan kerupuk. Daya patah ditentukan dari gaya maksimum yang diperlukan hingga kerupuk patah (Andarwulan dkk., 2011). Nilai daya patah yang diperoleh merupakan hasil pengukuran tingkat kekerasan kerupuk dengan alat *texture analyzer* yang menghasilkan grafik seperti pada Gambar 5.4. Puncak-puncak yang terbentuk pada grafik merupakan nilai kekerasan dari banyak pori pada kerupuk Goreng yang dipatahkan oleh *ball probe*. Semakin banyak pori yang terbentuk selama proses penggorengan, puncak-puncak yang terbentuk semakin banyak karena pori yang dipatahkan *ball probe* juga semakin banyak. Nilai daya patah (gaya maksimum yang diperlukan untuk mematahkan kerupuk) diambil dari puncak tertinggi pada grafik.



Gambar 5.4. Grafik Daya Patah Kerupuk Goreng Tingkat Substitusi 0%, Ulangan 1, Sub Sampel 1.

Hasil analisa statistik data daya patah dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 5) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap daya patah kerupuk beras merah. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan perbedaan yang nyata seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.7.

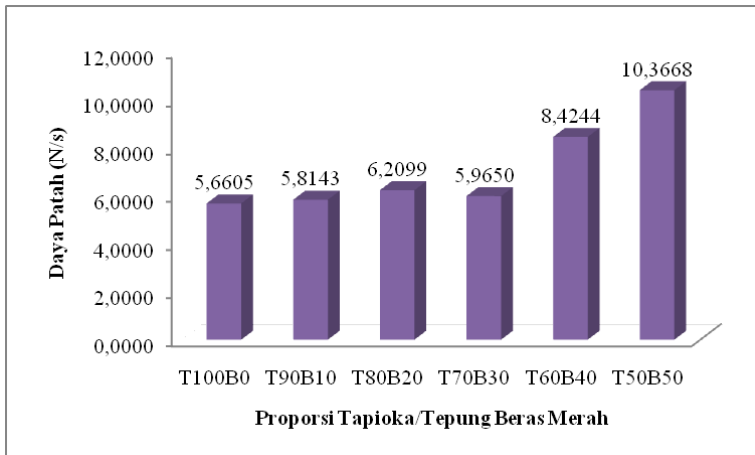
Tabel 5.7. Daya Patah Kerupuk Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Daya Patah (N/s)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	5,6605 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	5,8143 <sup>a</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	6,2099 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	5,9650 <sup>ab</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	8,4244 <sup>bc</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	10,3668 <sup>c</sup>

Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan.

Daya patah kerupuk dengan perlakuan T<sub>100</sub>B<sub>0</sub>, T<sub>90</sub>B<sub>10</sub>, T<sub>80</sub>B<sub>20</sub>, dan T<sub>70</sub>B<sub>30</sub> tidak berbeda nyata, perlakuan T<sub>60</sub>B<sub>40</sub> tidak berbeda nyata dengan

perlakuan  $T_{80}B_{20}$ ,  $T_{70}B_{30}$ , dan  $T_{50}B_{50}$ , tetapi perlakuan  $T_{60}B_{40}$  dan  $T_{50}B_{50}$  memiliki daya patah yang paling tinggi dan paling berbeda nyata dari semua perlakuan. Hal ini berarti, penurunan volume pengembangan sampai tingkat substitusi 30% tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap daya patah kerupuk, walaupun peningkatan proporsi tepung beras merah meningkatkan daya patah kerupuk secara signifikan. Peningkatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 5.5.



Gambar 5.5. Histogram Peningkatan Nilai Daya Patah Kerupuk Beras Merah

Daya patah yang rendah disebabkan oleh tingginya volume pengembangan kerupuk. Volume pengembangan kerupuk yang tinggi menyebabkan penurunan ketebalan lapisan matriks yang mengelilingi rongga udara karena struktur kerangka lebih mengembang. Hal ini menyebabkan gaya yang dibutuhkan untuk mematahkan kerupuk menjadi lebih rendah (Mohamed *et al.*, 1989).

Faktor lain yang mempengaruhi daya patah kerupuk adalah gelatinisasi pati yang kurang sempurna dalam adonan kerupuk dan penurunan kadar amilopektin seperti pada Tabel 5.2. Gelatinisasi yang

kurang sempurna menyebabkan pori yang terbentuk selama penggorengan semakin kecil, padat, dan memiliki rongga udara yang relatif lebih sedikit dan kecil dengan tingginya tingkat substitusi. Hal ini berarti lapisan molekul pati yang mengelilingi rongga udara yang satu dengan lainnya juga semakin tebal sehingga meningkatkan daya patah.

Kadar amilopektin yang rendah pada kerupuk juga dapat meningkatkan nilai daya patah karena pembentukan rongga udara saat penggorengan tidak maksimal akibat meningkatnya kadar amilosa yang membentuk gel yang lebih kokoh dan keras selama pendinginan gelondong kerupuk. Gel yang kokoh dan keras sulit didorong oleh gas dan uap air saat penggorengan sehingga volume pengembangan berkurang dan daya patah meningkat di samping penurunan total pati. Perbedaan pori yang terbentuk pada kerupuk goreng dapat dilihat pada Gambar 5.2.

#### **5.1.5. Kadar Air Kerupuk Goreng**

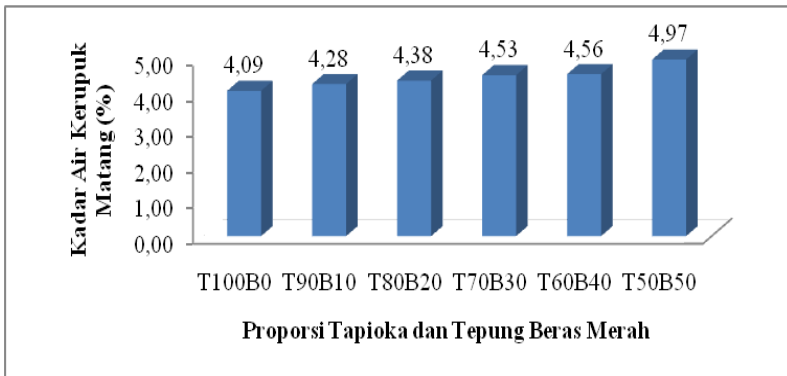
Kadar air kerupuk goreng mempengaruhi parameter penentu mutu kerupuk lain seperti daya patah dan daya serap minyak. Kadar air kerupuk goreng diukur dengan metode *thermogravimetri* setelah kerupuk mentah digoreng dengan minyak suhu 180°C selama 15 detik.

Hasil analisa statistik data kadar air kerupuk goreng dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 6) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air kerupuk beras merah goreng. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan perbedaan yang nyata seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.8. Peningkatan proporsi tepung beras merah yang digunakan menyebabkan peningkatan kadar air kerupuk beras merah goreng secara signifikan. Peningkatan tersebut terlihat pada Gambar 5.6.

Tabel 5.8. Kadar Air Kerupuk Beras Merah Goreng

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Kadar Air Kerupuk Goreng (%)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	4,09 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,28 <sup>ab</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	4,38 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,53 <sup>b</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,56 <sup>b</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,97 <sup>c</sup>

Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan.



Gambar 5.6. Histogram Peningkatan Kadar Air Kerupuk Beras Merah Goreng

Kadar air kerupuk mentah lebih tinggi daripada kerupuk yang sudah digoreng pada semua perlakuan. Hal ini disebabkan oleh penguapan air selama penggorengan pada matriks kerupuk karena suhu minyak yang tinggi. Jumlah air yang diuapkan paling besar terjadi pada kerupuk dengan tingkat substitusi yang rendah seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.9. Hal ini disebabkan oleh tingginya kadar amilopektin yang kurang kuat menahan penguapan air saat penggorengan karena teksturnya yang elastis (*long texture*) dan air yang dapat ditahan oleh matriks kerupuk mentah.

Kadar air kerupuk goreng berhubungan dengan komponen dalam kerupuk setelah digoreng yang dapat mempertahankan air, seperti pati dan serat. Serat dan pati dalam kerupuk beras merah mentah dapat



mempertahankan air selama proses pengeringan dan selama penggorengan air masih dapat dilepas lagi.

Tabel 5.9. Selisih Kadar Air Kerupuk Mentah dan Goreng

	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
KA Kerupuk Mentah	9,57%	9,62%	9,11%	9,12%	9,04%	8,90%
KA Kerupuk Goreng	4,09%	4,28%	4,38%	4,53%	4,56%	4,97%
Selisih	5,47%	5,34%	4,73%	4,60%	4,48%	3,94%

Semakin banyak gugus hidrofilik yang dapat mengikat air, semakin tinggi kadar serat kerupuk, sehingga semakin tinggi pula kadar air kerupuk goreng. Tetapi, jumlah air yang dilepas dari kerupuk mentah menjadi kerupuk goreng paling rendah pada tingkat substitusi paling tinggi yang berarti air dalam kerupuk mentah ditahan oleh pati tergelatinisasi yang lebih sempurna dan serat. Jika kadar serat rendah, maka air dapat dilepaskan oleh pati yang tergelatinisasi lebih sempurna yang menyebabkan pengembangan lebih besar. Akibatnya, kerupuk mentah menahan air lebih banyak karena kadar amilopektin yang tinggi, melepas lebih banyak air selama penggorengan dan menjadi lebih renyah. Sebaliknya, kerupuk mentah dengan kadar air lebih rendah dan serat tinggi menyebabkan pati tidak tergelatinisasi sempurna sehingga saat digoreng melepas air lebih sedikit dan tidak menghasilkan kerupuk goreng yang renyah. Jadi, air tidak dilepas lebih lanjut jika ditahan oleh serat. Secara keseluruhan, kerupuk mentah tanpa substitusi dengan rasio amilosa dan amilopektin 17:83 memiliki air terikat yang tidak dapat dilepaskan dengan pengeringan tetapi dapat dilepaskan lebih lanjut selama penggorengan.

Kadar air kerupuk goreng perlakuan T<sub>100</sub>B<sub>0</sub>, T<sub>90</sub>B<sub>10</sub>, dan T<sub>80</sub>B<sub>20</sub> tidak berbeda nyata, sama dengan nilai daya patah yang juga tidak berbeda nyata. Kadar air kerupuk goreng yang paling tinggi ada pada perlakuan T<sub>50</sub>B<sub>50</sub>. Kadar air yang tinggi ini menyebabkan daya patah kerupuk juga semakin

tinggi karena struktur matriks bahan yang lebih lembek membutuhkan gaya yang lebih besar untuk mematahkan kerupuk. Kadar air kerupuk beras merah goreng juga berhubungan dengan daya serap minyak kerupuk.

### 5.1.6. Daya Serap Minyak

Daya serap minyak menunjukkan banyaknya jumlah minyak yang dapat terserap oleh matriks bahan pangan. Daya serap minyak berhubungan dengan volume pengembangan kerupuk, kadar air kerupuk mentah, dan kadar air kerupuk goreng. Daya serap minyak dihitung dari selisih berat kerupuk sesudah digoreng yang sudah diuapkan airnya dengan berat kerupuk setelah digoreng yang juga sudah diuapkan airnya.

Hasil analisa statistik data daya serap minyak dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 7) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap daya serap minyak kerupuk beras merah. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  menunjukkan perbedaan yang nyata seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.10. Peningkatan proporsi tepung beras merah menyebabkan penurunan daya serap minyak kerupuk secara signifikan. Penurunan tersebut terlihat pada Gambar 5.7.

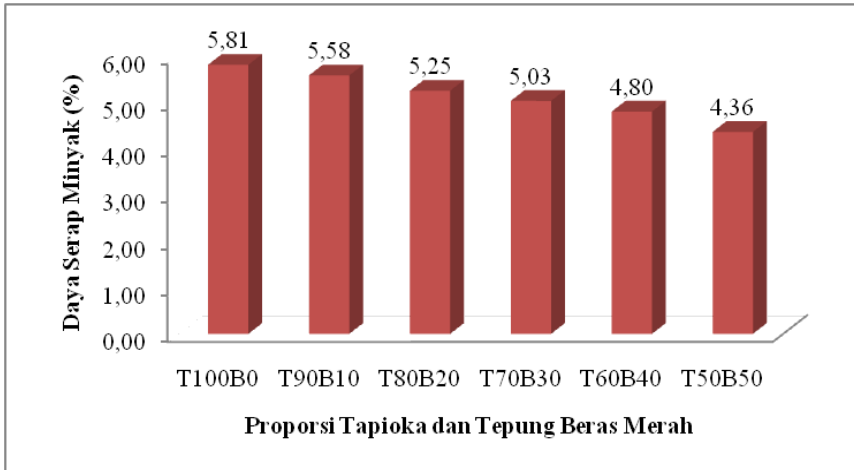
Tabel 5.10. Daya Serap Minyak Kerupuk Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Daya Serap Minyak (%)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	5,81 <sup>c</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	5,58 <sup>c</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	5,25 <sup>bc</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	5,03 <sup>bc</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,80 <sup>ab</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,36 <sup>a</sup>

Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan.

Penurunan daya serap minyak pada kerupuk beras merah akibat dari semakin tingginya tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah disebabkan oleh beberapa hal, seperti turunnya volume pengembangan

kerupuk goreng dan kadar air kerupuk mentah, komponen dalam kerupuk yang dapat mempertahankan air, seperti pati dan serat, serta pengaruh proses pengolahan seperti gelatinisasi yang tidak sempurna.



Gambar 5.7. Histogram Penurunan Daya Serap Minyak Kerupuk Beras Merah

Daya serap minyak tertinggi dan tidak berbeda nyata ada pada perlakuan T<sub>100</sub>B<sub>0</sub> dan T<sub>90</sub>B<sub>10</sub> yang juga memberikan volume pengembangan paling tinggi dan memberikan kadar air kerupuk mentah yang paling tinggi. Minyak dapat terserap dalam kerupuk goreng sebagai akibat dari pengembangan kerupuk selama penggorengan. Volume pengembangan kerupuk yang tinggi meningkatkan daya serap minyak karena rongga yang terbentuk selama penggorengan akibat pelepasan air dan desakan gas (uap dan karbon dioksida) besar sehingga rongga yang tersedia untuk diisi minyak juga semakin banyak (Noorakmar *et al.*, 2012).

Saat kerupuk goreng didinginkan, tegangan permukaan antara gas yang terbentuk dalam pori dan minyak meningkat sehingga menyebabkan tekanan kapiler meningkat. Hal ini menyebabkan minyak pada permukaan terserap dalam pori dan meningkatkan kadar minyak dalam bahan. Sun dan

Moreira (1994) dalam Kassama (2003) menyatakan bahwa penyerapan minyak pada produk yang digoreng banyak terjadi justru setelah produk diangkat dari minyak dan didinginkan. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa sebanyak 64% dari total minyak yang terserap pada *torilla chips* terjadi selama produk didinginkan. Karena itu, semakin tinggi volume pengembangan kerupuk, berarti semakin banyak pori yang terbentuk selama penggorengan, dan semakin banyak minyak yang terserap dalam kerupuk goreng.

Kadar air kerupuk mentah yang tinggi dapat meningkatkan daya serap minyak. Suhu minyak yang tinggi (antara 160 °C – 180 °C) menyebabkan air dalam matriks kerupuk berubah menjadi uap dan berpindah ke permukaan bahan dan menuju minyak karena perbedaan tekanan (Kassama, 2003). Sementara itu, minyak terabsorb ke dalam kerupuk dan mengisi ruang antar sel yang terbentuk sebagai akibat dari penguapan air (Moreira *et al.*, 1997). Hal ini dapat dilihat pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.10 yang menunjukkan perbedaan antara banyaknya air yang teruapkan dan minyak yang terserap pada kerupuk yang digoreng tidak terlalu berbeda jauh.

Semakin kuat komponen dalam kerupuk mempertahankan air selama penggorengan, makin sedikit air yang teruapkan dan semakin sedikit minyak yang terserap. Hal ini sesuai dengan tabel kadar air (Tabel 5.3), dimana kerupuk dengan daya serap minyak yang paling tinggi adalah kerupuk dengan kadar air yang paling tinggi, yaitu pada perlakuan  $T_{100}B_0$  dan  $T_{90}B_{10}$ . Salah satu komponen yang mampu mempertahankan air selama proses penggorengan adalah serat; semakin tinggi kadar serat kerupuk beras merah, air yang tertahan dalam kerupuk saat digoreng juga semakin banyak sehingga menyebabkan minyak yang terserap semakin sedikit. Serat dapat menahan sejumlah air saat penggorengan karena serat memiliki banyak

gugus hidroksil yang dapat mengikat air sehingga serat termasuk komponen yang hidrofilik. Komponen yang hidrofilik sukar berikatan dengan minyak yang hidrofobik sehingga penyerapan minyak juga rendah. Gelatinisasi pati yang tidak sempurna selama pengukusan juga dapat mengakibatkan penurunan daya serap minyak karena rongga yang terbentuk tidak maksimal.

Manfaat serat secara fisiologis dalam tubuh manusia adalah kemampuannya dalam mencegah konstipasi, menurunkan kadar glukosa dan kolesterol dalam darah, serta menurunkan terjadinya risiko kanker kolon (Slavin, 2008). Kemampuan serat dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah adalah dengan mengikat kolesterol dan asam empedu di dalam kolon yang dibentuk dari kolesterol oleh hati lalu dibuang melalui feces sehingga tidak diserap oleh usus (Rohmah, 2012). Serat dapat mengikat kolesterol karena asam empedu dalam usus dapat mengemulsikan lemak menjadi larut air. Hal ini menjelaskan mengapa serat dapat menyerap kolesterol dalam usus tetapi tidak dapat menyerap minyak dalam sistem pangan, seperti pada kerupuk beras merah yang diteliti pada penelitian ini. Berkurangnya asam empedu dalam usus karena diserap oleh serat mendorong tubuh untuk mengambil kolesterol dalam darah untuk diubah menjadi asam empedu sehingga kadar kolesterol dalam darah berkurang. Selain itu, serat juga dapat membentuk matriks dengan viskositas tinggi yang dapat mengganggu absorpsi kolesterol oleh dinding usus (Rohmah, 2010). Jadi, peran serat dalam penyerapan minyak oleh sistem pangan sangat berbeda dengan apa yang terjadi dalam sistem pencernaan.

#### **5.1.7. Warna**

Warna dari produk pangan berasal dari pigmen yang secara alami terdapat pada produk pangan tersebut atau perubahan akibat proses pengolahan. Warna dapat diketahui jika ada sumber cahaya yang

mengenainya, sehingga sifat absorpsi, transmisi, dan refleksi cahaya oleh benda serta kondisi lingkungan akan mempengaruhi penilaian terhadap warna. Penilaian warna dilakukan dengan menggunakan instrumen analisa warna (Minolta *Color Reader*) yang penilaiannya lebih objektif. Sistem penilaian warna yang digunakan adalah sistem notasi Hunter dan hasil yang terbaca dari alat tersebut berupa angka yang menunjukkan tingkat *lightness* ( $L^*$ ), *redness* ( $a^*$ ), dan *yellowness* ( $b^*$ ).

*Lightness* menunjukkan kenampakan kerupuk gelap (hitam) atau cerah (putih). Hasil pembacaan berupa interval angka 0-100. Semakin kecil angka yang dihasilkan dari pembacaan, semakin gelap atau hitam kenampakan dari kerupuk. Sebaliknya, semakin besar angka yang dihasilkan, semakin cerah atau putih kenampakan kerupuk. Nilai *lightness* menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan cahaya polikromatik yang memberi *sense* putih, abu-abu, dan hitam/gelap (Andarwulan dkk., 2011).

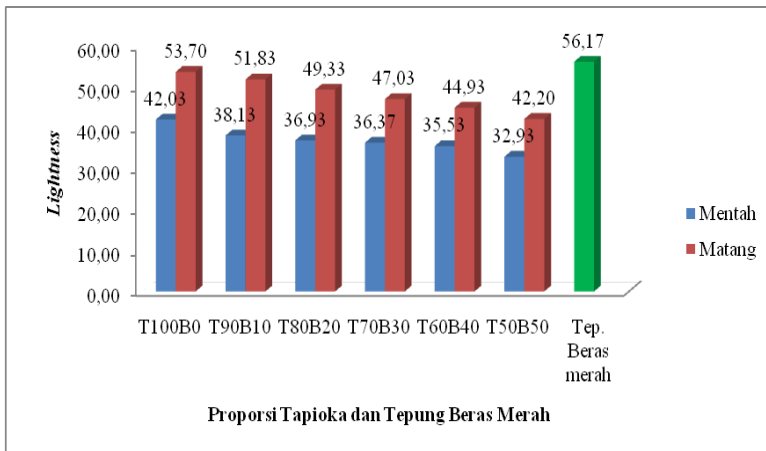
Hasil analisa statistik data *lightness* kerupuk dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 8) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap *lightness* kerupuk beras merah mentah maupun goreng. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.11 menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Peningkatan proporsi tepung beras merah (Gambar 5.8) menyebabkan penurunan *lightness* kerupuk mentah maupun goreng secara signifikan.

Hasil pembacaan menunjukkan penurunan tingkat kecerahan pada kerupuk beras merah mentah maupun goreng. Semakin tinggi proporsi tepung beras merah, tingkat kecerahan semakin menurun (nilai *lightness* semakin rendah). Hal ini disebabkan oleh pigmen antosianin dari tepung beras merah sebagai bahan baku yang digunakan yang menyebabkan warna kerupuk cenderung lebih gelap dengan semakin tingginya tingkat substitusi.

Tabel 5.11. *Lightness* Kerupuk Beras Merah Mentah, Goreng, dan Tepung Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	<i>Lightness</i> (L*)	
	Kerupuk Mentah	Kerupuk Goreng
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	42,03 <sup>e</sup>	53,70 <sup>f</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	38,13 <sup>d</sup>	51,83 <sup>e</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	36,93 <sup>c</sup>	49,33 <sup>d</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	36,37 <sup>bc</sup>	47,03 <sup>c</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	35,53 <sup>b</sup>	44,93 <sup>b</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	32,93 <sup>ab</sup>	42,20 <sup>a</sup>
Tep. Beras Merah	56,17	

Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan

Gambar 5.8. *Lightness* Kerupuk Beras Merah Mentah, Goreng, dan Tepung Beras Merah.

Pigmen antosianin yang menyebabkan warna merah atau biru, bahkan hitam pada intensitas tinggi ini menyebabkan kerupuk beras merah cenderung berwarna merah gelap seperti dapat dilihat pada Gambar 5.2. Selain itu, penurunan kecerahan pada kerupuk mentah juga disebabkan oleh adanya pati beras yang *opaque* saat mengalami gelatinisasi, lain dengan gel tapioka yang jernih. Hal ini menyebabkan semakin tingginya tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah, gel pati yang terbentuk akan

semakin *opaque* dan sulit ditembus cahaya sehingga nilai *lightness* menurun.

Tepung beras merah memiliki nilai *lightness* yang paling tinggi jika dibandingkan dengan warna kerupuk mentah maupun goreng. Hal ini disebabkan oleh penghancuran biji beras merah yang menyebabkan bagian endosperma beras keluar. Bagian endosperma yang komponen utamanya pati ini berwarna putih sehingga nilai *lightness* tepung beras merah tinggi (Kusmiadi, 2008). Nilai *lightness* tepung beras merah setelah proses pengolahan menjadi kerupuk lebih rendah disebabkan oleh terbentuknya gel pati yang *opaque* selama proses pengukusan yang juga menyebabkan warna antosianin tepung beras merah lebih menonjol.

Kerupuk goreng memiliki tingkat kecerahan yang lebih tinggi daripada kerupuk mentah. Hal ini disebabkan oleh terjadinya pelonggaran jaringan kerupuk selama penggorengan akibat dari terlepasnya gas dan uap air dari matriks kerupuk sehingga jaringan kerupuk goreng menjadi kurang rapat jika dibandingkan dengan jaringan kerupuk mentah. Pelonggaran jaringan ini menyebabkan ketebalan matriks pati menurun sehingga *sense* kerupuk menjadi lebih putih atau cerah karena terdapat udara yang berpengaruh terhadap refleksi dan penyebaran sinar.

Penurunan tingkat *lightness* pada kerupuk goreng juga disebabkan oleh terdegradasinya pigmen antosianin karena pemanasan selama proses. Menurut Sari (2008), pemanasan suhu 80°C dan 99°C menyebabkan pengurangan warna antosianin sekitar 40% dan 60%. Pada proses pembuatan kerupuk, adonan dikukus dan digoreng pada suhu 100°C dan 180°C sehingga dapat terjadi degradasi antosianin kerupuk beras merah yang menyebabkan peningkatan nilai *lightness*.

*Redness* menunjukkan intensitas warna merah pada kerupuk. Hasil pembacaan berupa interval negatif hingga positif. Angka pada interval



positif menunjukkan warna kerupuk semakin merah, sedangkan angka pada interval negatif menunjukkan warna kerupuk semakin hijau. Pembacaan warna kerupuk mentah, goreng, dan tepung beras merah berada pada *range* 12-18. Semua data bernilai positif berarti warna kerupuk cenderung merah.

Hasil analisa statistik data *redness* kerupuk dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 8) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap *redness* kerupuk beras merah mentah maupun goreng. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.12 menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan.

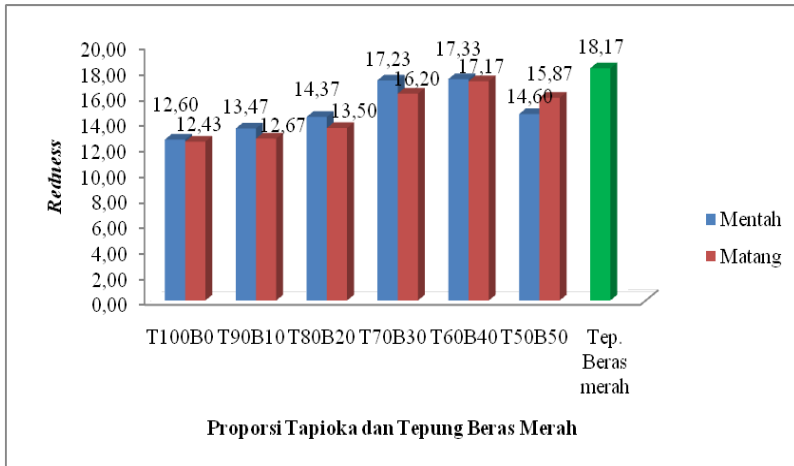
Tabel 5.12. *Redness* Kerupuk Beras Merah Mentah, Goreng, dan Tepung Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	<i>Redness</i> (a*)	
	Kerupuk Mentah	Kerupuk Goreng
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	12,60 <sup>a</sup>	12,43 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	13,47 <sup>ab</sup>	12,67 <sup>a</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	14,37 <sup>bc</sup>	13,50 <sup>a</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	17,23 <sup>d</sup>	16,20 <sup>b</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	17,33 <sup>d</sup>	17,17 <sup>b</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	14,60 <sup>c</sup>	15,87 <sup>b</sup>
Tep. Beras Merah	18,17	

Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan.

Peningkatan proporsi tepung beras merah menyebabkan peningkatan *redness* kerupuk mentah secara signifikan, baik pada kerupuk mentah maupun goreng. Nilai *redness* pada kerupuk yang disubstitusi dengan tepung beras merah lebih tinggi daripada kerupuk tanpa substitusi (kontrol) karena tepung beras merah sebagai bahan baku memiliki nilai *redness* yang tinggi. Penggorengan seharusnya dapat menurunkan nilai *redness* kerupuk karena terjadi degradasi antosianin selama pemanasan, tetapi nilai *redness* antara kerupuk sebelum dan sesudah digoreng tidak berbeda jauh. Hal ini disebabkan oleh reaksi Maillard yang menghasilkan senyawa melanoidin

yang berwarna coklat. Perbandingan nilai *redness* kerupuk beras merah mentah, goreng, dan tepung beras merah dapat dilihat pada Gambar 5.9.



Gambar 5.9. *Redness* Kerupuk Beras Merah Mentah, Goreng, dan Tepung Beras Merah.

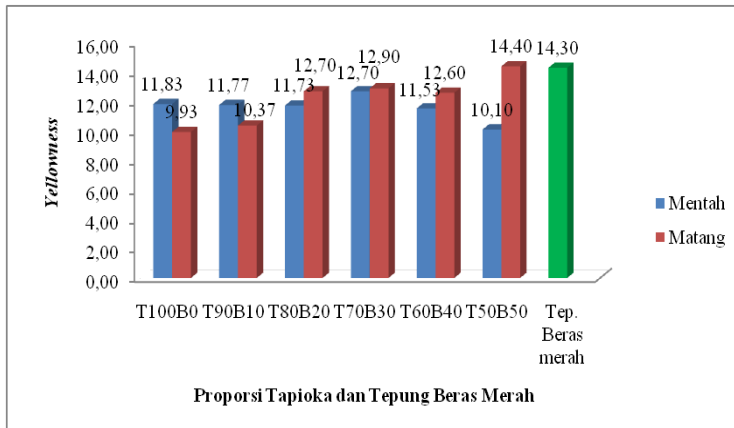
*Yellowness* menunjukkan intensitas warna kuning pada kerupuk. Hasil pembacaan juga menunjukkan interval negatif dan positif, dimana nilai positif menunjukkan warna kuning, sedangkan nilai negatif menunjukkan warna biru. Pembacaan warna kerupuk mentah, goreng, dan tepung beras merah berada pada range 9-14. Semua data bernilai positif yang berarti warna kerupuk cenderung kuning.

Hasil analisa statistik data *yellowness* kerupuk dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 8) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap *yellowness* kerupuk beras merah mentah maupun goreng. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  yang dapat dilihat pada Tabel 5.13 menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan. Nilai *yellowness* kerupuk dengan berbagai perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.10.

Tabel 5.13. Nilai *Yellowness* Kerupuk Beras Merah Mentah, Goreng, dan Tepung Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	<i>Yellowness</i> (b*)	
	Kerupuk Mentah	Kerupuk Goreng
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	11,83 <sup>b</sup>	9,93 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	11,77 <sup>b</sup>	10,37 <sup>a</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	11,73 <sup>b</sup>	12,70 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	12,70 <sup>c</sup>	12,90 <sup>b</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	11,53 <sup>b</sup>	12,60 <sup>b</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	10,10 <sup>a</sup>	14,40 <sup>b</sup>
Tep. Beras Merah	14,30	

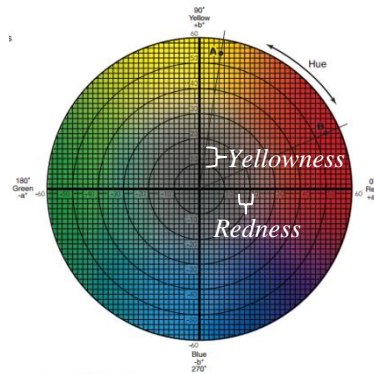
Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan.



Gambar 5.10. *Yellowness* Kerupuk Beras Merah Mentah, Goreng, dan Tepung Beras Merah.

Nilai *yellowness* kerupuk mentah cenderung menurun dengan semakin tingginya tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya matriks kerupuk mentah yang semakin *opaque*/buram sehingga akan menghasilkan kesan kusam dan gelap. Sebaliknya, semakin tinggi tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah, nilai *yellowness* kerupuk goreng semakin meningkat. Hal ini terkait dengan warna kerupuk yang agak kecoklatan setelah digoreng sebagai akibat dari terbentuknya senyawa melanoidin.

Nilai *yellowness* kerupuk mentah dan goreng tidak menunjukkan kenampakan kuning secara visual yang dapat dilihat pada CIELAB *Color Chart* yang ditampilkan pada Gambar 5.11, berbeda dengan nilai *redness* yang menunjukkan warna cenderung merah pada gambar. Rendahnya nilai *yellowness* juga disebabkan oleh tingginya nilai *redness* sehingga warna yang terlihat secara visual cenderung merah.



Gambar 5.11. CIELAB *Color Chart*  
Sumber: X-Rite (2007)

### 5.1.8. Kadar Serat Kasar

Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisa oleh bahan-bahan kimia seperti asam sulfat (1,25%) dan natrium hidroksida (3,25%) yang terdiri dari selulosa dan sedikit lignin dan sebagian kecil hemiselulosa, sedangkan serat pangan adalah bagian yang tidak dapat dihidrolisa oleh enzim-enzim pencernaan, yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin, dan pektat (Hartati dan Prana, 2003; Andarwulan dkk., 2011). Oleh karena itu, kadar serat kasar lebih rendah daripada kadar serat pangan karena asam sulfat dan natrium hidroksida mempunyai kemampuan yang lebih besar dalam menghidrolisa komponen-komponen pangan daripada enzim-enzim pencernaan (Muchtadi, 2001).

Prinsip analisa kadar serat kasar yang dilakukan adalah dengan mereaksikan sampel dengan asam dan basa untuk memisahkan serat kasar dari bahan pangan lain. Kadar serat kasar pada kerupuk beras merah sebagian besar berasal dari tepung beras merah yang berdasarkan hasil analisa memiliki kadar serat kasar paling tinggi, yaitu 2,08%.

Hasil analisa statistik data kadar serat kasar kerupuk beras merah mentah dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 9) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap kadar serat kerupuk beras merah. Hasil uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada  $\alpha = 5\%$  seperti dapat dilihat pada Tabel 5.14 menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan, kecuali pada perlakuan T<sub>60</sub>B<sub>40</sub> dan T<sub>50</sub>B<sub>50</sub> yang tidak berbeda nyata.

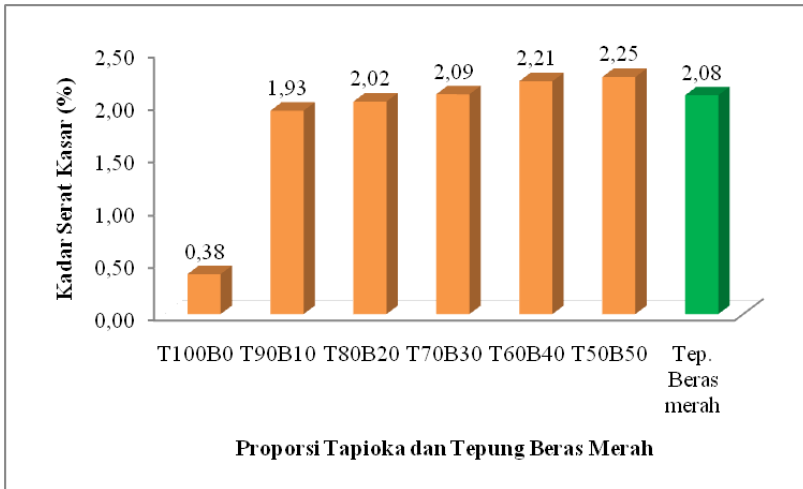
Tabel 5.14. Kadar Serat Kasar Kerupuk Beras Merah Mentah dan Tepung Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Kadar Serat Kasar (%)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	0,38 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	1,93 <sup>b</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	2,02 <sup>c</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	2,09 <sup>d</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	2,21 <sup>e</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	2,25 <sup>e</sup>
Tep. Beras Merah	2,08

Keterangan: rata-rata dari tiga ulangan.

Tapioka merupakan pati hasil ekstraksi dari ubi kayu yang mengandung serat kasar yang rendah (maksimal 0,6%) jika dibandingkan dengan tepung beras merah (Badan Standarisasi Nasional, 1994). Hal ini disebabkan dalam proses ekstraksi pati, sebagian besar serat telah dipisahkan bersama ampas dan juga terbawa dalam air bersama-sama protein larut air dan gula-gula sederhana (Herawati dan Sri, 2009). Karena itu, semakin tinggi tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah,

semakin tinggi kadar serat kasar kerupuk, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.12.



Gambar 5.12. Histogram Rata-rata Kadar Serat Kasar Kerupuk Beras Merah Mentah dan Tepung Beras Merah.

Kerupuk beras merah dengan tingkat substitusi 10% dan 20% memiliki kadar serat kasar yang lebih rendah (1,93%, dan 2,02%) daripada tepung beras merah (2,08%), sedangkan kerupuk beras merah dengan tingkat substitusi 30%, 40%, dan 50% memiliki kadar serat yang lebih tinggi (2,09%, 2,21%, dan 2,25%) daripada tepung beras merah. Hal ini disebabkan dalam proses pembuatan kerupuk beras merah ada bahan pangan lain yang juga mengandung serat walaupun dalam jumlah kecil, seperti tapioka (0,6%) dan bawang putih (0,42%) sehingga meningkatkan kadar serat kasar dalam kerupuk beras merah (Hastuti, 2008).

Kadar serat dalam kerupuk dapat mempengaruhi sifat-sifat fisik dan kimia kerupuk. Serat dapat mempengaruhi kecukupan gelatinisasi kerupuk; semakin tinggi serat, derajat gelatinisasi adonan kerupuk semakin rendah sehingga menyebabkan penurunan kadar air dan volume pengembangan.

Penurunan volume pengembangan menyebabkan peningkatan kekerasan yang dapat dilihat dari nilai daya patah kerupuk yang semakin tinggi. Tingkat kekerasan kerupuk yang tinggi juga dapat diamati dari data kadar air kerupuk goreng yang semakin tinggi. Penurunan volume pengembangan menyebabkan daya serap minyak semakin rendah, yang juga dapat diamati dari kadar air kerupuk goreng yang semakin tinggi.

## **5.2. Organoleptik**

### **5.2.1. Uji Kesukaan terhadap Warna**

Warna merupakan salah satu parameter yang menentukan kualitas produk pangan. Penilaian warna dapat dilakukan secara objektif maupun subjektif. Penilaian secara objektif menggunakan alat, sedangkan penilaian secara subjektif menggunakan uji kesukaan panelis (80 panelis) terhadap kerupuk beras merah. Perbedaan warna pada kerupuk beras merah disebabkan oleh perbedaan proporsi tepung beras merah, dimana semakin tinggi tingkat substitusi, warna kerupuk akan semakin merah.

Kisaran rata-rata nilai kesukaan terhadap warna kerupuk beras merah mulai dari tidak suka sampai dengan agak suka adalah 2,9625-5,025 (Tabel 5.15. dan Gambar 5.13.). Hasil analisa statistik data uji organoleptik terhadap 80 panelis tersebut dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 10) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap warna kerupuk.

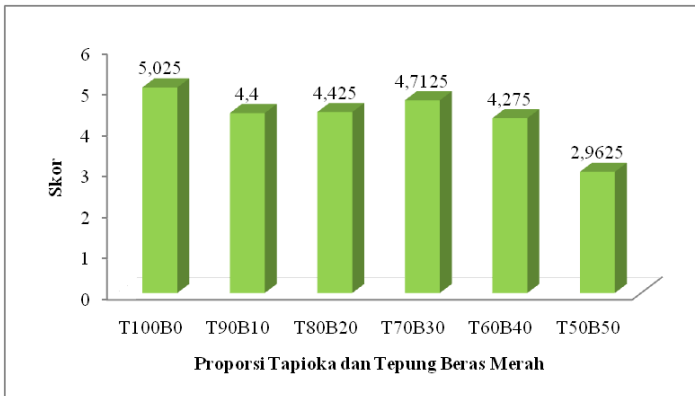
Panelis paling menyukai kerupuk dengan tingkat substitusi 0% dan paling tidak menyukai kerupuk dengan tingkat substitusi 50%. Kesukaan panelis pada tingkat substitusi 10%, 20%, 30%, dan 40% tidak berbeda nyata antar perlakuan, tetapi kesukaan terhadap kerupuk dengan tingkat substitusi 30% dengan skor 4,7125 (netral – agak suka) tidak berbeda nyata dengan 0% dengan skor 5,025 (agak suka – suka). Hal ini berarti kesukaan

panelis terhadap warna kerupuk beras merah paling tinggi ada pada tingkat substitusi 30%.

Tabel 5.15. Nilai Kesukaan Panelis terhadap Warna Kerupuk Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Skor
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	5,0250 <sup>c</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,4000 <sup>b</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	4,4250 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,7125 <sup>bc</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,2750 <sup>b</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	2,9625 <sup>a</sup>

Keterangan: rata-rata dari 80 panelis tidak terlatih.



Gambar 5.13. Histogram Rata-rata Nilai Kesukaan Panelis terhadap Warna Kerupuk Beras Merah.

### 5.2.2. Uji Kesukaan terhadap Kerenyahan

Kerenyahan merupakan parameter yang penting dalam menentukan kualitas produk pangan yang berkadar air rendah seperti kerupuk. Kerenyahan dinilai oleh panelis saat kerupuk digigit. Kerenyahan erat kaitannya dengan volume pengembangan dan daya patah. Semakin tinggi volume pengembangan, kerenyahan kerupuk semakin meningkat, dan gaya yang dibutuhkan untuk mematahkan kerupuk semakin kecil.

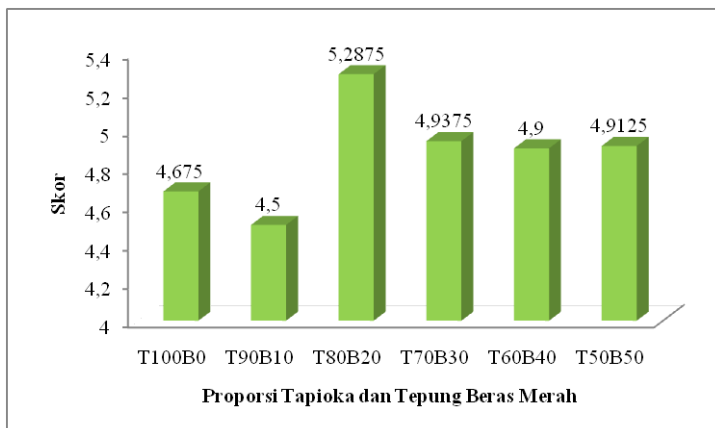


Kisaran rata-rata nilai kesukaan terhadap kerenyahan kerupuk beras merah mulai dari netral sampai dengan agak suka adalah 4,5-5,2875 (Tabel 5.16. dan Gambar 5.14). Hasil analisa statistik data uji organoleptik terhadap 80 panelis dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 10) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap kerenyahan kerupuk. Data daya patah pada Tabel 5.7 menunjukkan bahwa proporsi tepung beras merah yang semakin tinggi menghasilkan kerupuk dengan daya patah yang semakin besar yang berarti kekerasan semakin meningkat.

Tabel 5.16. Nilai Kesukaan Panelis terhadap Kerenyahan Kerupuk Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Skor
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	4,6750 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,5000 <sup>a</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	5,2875 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,9375 <sup>ab</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,9000 <sup>ab</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,9125 <sup>ab</sup>

Keterangan: rata-rata dari 80 panelis tidak terlatih.



Gambar 5.14. Histogram Rata-rata Nilai Kesukaan Panelis terhadap Kerenyahan Kerupuk Beras Merah

Kesukaan panelis terhadap kerenyahan kerupuk dengan tingkat substitusi 0% dan 10% tidak berbeda nyata, tapi berbeda nyata dengan tingkat substitusi 20% yang paling disukai panelis. Kerenyahan kerupuk pada tingkat substitusi 30%, 40%, dan 50% saling tidak berbeda nyata tapi berbeda nyata dengan tingkat substitusi 20%.

Kerupuk dengan tingkat substitusi 0% dan 10% memiliki daya patah yang sangat kecil karena volume pengembangannya paling besar sehingga kekerasannya rendah. Sebaliknya, kerupuk dengan tingkat substitusi 40% dan 50% memiliki volume pengembangan yang rendah sehingga daya patahnya besar dan kekerasannya tinggi. Panelis menyukai kerupuk yang tidak terlalu renyah dan tidak terlalu keras, seperti pada perlakuan 20% dengan skor 5,2875 (agak suka – suka) dan 30% dengan skor 4,9375 (netral – agak suka).

### **5.2.3. Uji Kesukaan terhadap Rasa**

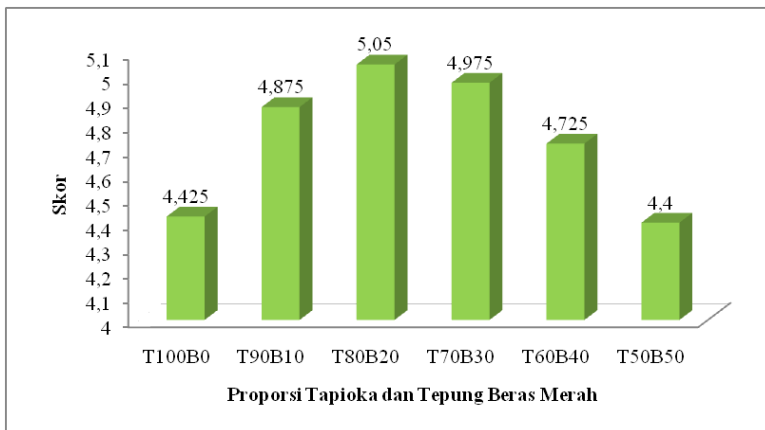
Rasa merupakan salah satu faktor yang menentukan apakah produk tersebut diterima oleh konsumen atau tidak. Substitusi tapioka dengan tepung beras merah dalam pembuatan kerupuk beras merah menyebabkan kerupuk memiliki rasa khas beras merah.

Hasil analisa statistik data uji organoleptik terhadap 80 panelis dengan metode ANAVA pada  $\alpha = 5\%$  (Lampiran 10) menunjukkan bahwa perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah memberikan pengaruh nyata terhadap rasa kerupuk. Kisaran rata-rata nilai kesukaan terhadap rasa kerupuk beras merah mulai dari netral sampai dengan agak suka adalah 4,4-5,05 (Tabel 5.17). Substitusi tapioka dengan tepung beras merah pada konsentrasi tertentu dapat meningkatkan kesukaan panelis terhadap rasa kerupuk beras merah seperti yang dapat dilihat pada Gambar 5.15.

Tabel 5.17. Nilai Kesukaan Panelis terhadap Rasa Kerupuk Beras Merah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Skor
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	4,4250 <sup>ab</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,8750 <sup>a</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	5,0500 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,9750 <sup>ab</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,7250 <sup>b</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,4000 <sup>a</sup>

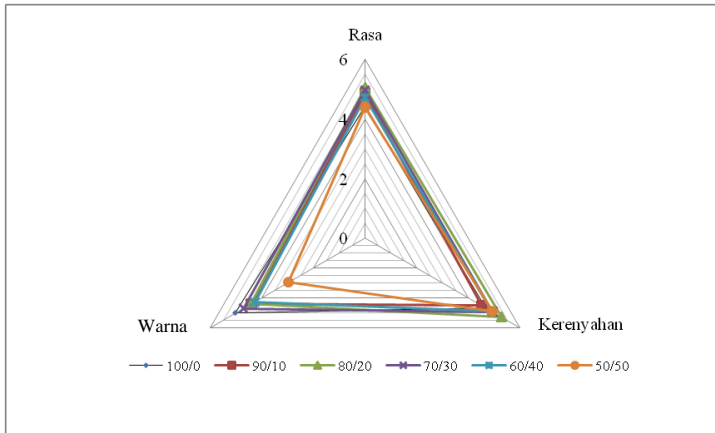
Keterangan: rata-rata dari 80 panelis tidak terlatih.



Gambar 5.15. Histogram Rata-rata Nilai Kesukaan Panelis terhadap Rasa Kerupuk Beras Merah.

#### 5.2.4. Spider Web Chart

Pengujian untuk menentukan kerupuk beras merah dengan perlakuan terbaik menurut panelis dilakukan dengan *spider web chart* atau *radar chart* seperti pada Gambar 5.16. Perlakuan terbaik pada uji organoleptik menurut grafik adalah kerupuk dengan substitusi tepung beras merah sebanyak 20% karena memiliki jumlah tertinggi dari semua perlakuan seperti yang dapat dilihat pada Tabel 5.16.



Gambar 5.16. Grafik *Spider Web* Pengujian Organoleptik

Tabel 5.18. Perlakuan Terbaik Pengujian Organoleptik

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Skor		
	Rasa	Kerenyahan	Warna
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	4,4250	4,6750	5,0250
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,8750	4,5000	4,4000
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	5,0500	5,2875	4,4250
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,9750	4,9375	4,7125
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,7250	4,9000	4,2750
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,4000	4,9125	2,9625

Keterangan: rata-rata dari 80 panelis tidak terlatih.

## BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1. Kesimpulan

1. Proporsi tapioka dan tepung beras merah berpengaruh nyata terhadap kadar air kerupuk mentah maupun matang, volume pengembangan kerupuk, daya patah, warna, daya serap minyak, kadar serat kasar, dan sifat sensoris kerupuk beras merah yang meliputi warna, rasa, dan kerenyahan kerupuk beras merah.
2. Semakin tinggi tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah, semakin rendah kadar air kerupuk mentah, volume pengembangan, daya serap minyak, nilai *lightness* kerupuk mentah dan matang, serta nilai kesukaan panelis terhadap warna kerupuk.
3. Semakin tinggi tingkat substitusi tapioka dengan tepung beras merah, semakin tinggi nilai daya patah, kadar air kerupuk matang, nilai *redness*, nilai *yellowness*, dan kadar serat kasar.
4. Perlakuan terbaik berdasarkan uji organoleptik adalah kerupuk dengan tingkat substitusi tepung beras merah sebanyak 20%, dengan kadar air kerupuk mentah sebesar 9,11%, volume pengembangan sebesar 593,75%, daya patah sebesar 6,2099 N/s, daya serap minyak sebesar 5,25%, dan kadar serat kasar 2,02%.

### 6.2. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai derajat gelatinisasi, komposisi gizi, kadar serat larut dan tak larut kerupuk beras merah.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai manfaat kerupuk beras merah sebagai makanan berserat bagi kesehatan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., P. Hariyadi, T.R. Muchtadi, dan N. Andarwulan. 2009. Hubungan Sifat Kimia dan Rheologi Tepung Jagung Putih dengan Fermentasi Spontan Butiran Jagung. *Forum Pascasarjana*. 32 (1):33-43.
- Alden, L. 2006. *Rice*. <http://www.foodsubs.com/Rice.html> (02 April 2012).
- Andarwulan, N., F. Kusnandar, dan D. Herawati. 2011. *Analisis Pangan*. Jakarta: PT. Dian Rakyat.
- Argasmita, T.U. 2008. Karakterisasi Sifat Fisikokimia dan Indeks Glikemik Varietas Beras Beramilosa Rendah dan Tinggi. *Skripsi*, Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arsdel, W.B.V. 1973. *Food Dehydration*. Westport: The AVI Publishing Company, Inc.
- Baah, D.F. 2009. Characterization of Water Yam (*Dioscorea alata*) for Existing and Potential Food Products, *Thesis*, Faculty of Biosciences Kwame Nkrumah University, Nigeria.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990a. *Gula*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 1990b. *Mutu dan Cara Uji Kerupuk*. Sumber: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. *Tepung Tapioka*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Garam Konsumsi Beryodium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. *Air Minum dalam Kemasan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. *Tepung Beras*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, dan M. Wootton (Penerjemah: Hari Purnomo dan Adiono). 2007. *Ilmu Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Darojat, D. 2010. Manfaat Penambahan Serat Pangan pada Produk Daging Olahan. <http://www.foodreview.biz/login/preview.php?view&id=56044> (04 Juni 2010).
- Direktorat Gizi Kesehatan RI. 1996. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhratara.
- Figoni, P. 2008. *How Baking Works: Exploring The Fundamentals of Baking Science, 2nd ed.* USA: John Wiley & Sons
- Hartati, N.S. dan Prana, T.K. 2003. Analisis Kadar Pati dan Serat Kasar Tepung beberapa Kultivar Talas (*Colocasia esculenta* L. Schott). *Jurnal Natur Indonesia*. 6 (1):29-33.
- Hariyadi. 1994. Physical Characteristics and Acceptability of The Keropok Crackers from Different Starches. *Indonesian Food and Nutrition Progress*. 1 (1),23-26
- Hastuti, R.P. 2008. Pengaruh Penggunaan Bubuk Bawang Putih (*Allium sativum*) dalam Ransum terhadap Performa Ayam Kampung yang Diinfeksi Cacing *Ascaridia galli*. *Skripsi*, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Herawati, H. dan S. Widowati. 2009. Karakteristik Beras Mutiara dari Ubi Jalar (*Ipomea Batatas*). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. 5:37-44.
- Indrasari, S.D. 2006. Padi Aek Sibundong: Pangan Fungsional. *Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 28 (6):1-3.
- Indrasari, S.D. dan M.O. Adnyana. 2007. Preferensi Konsumen terhadap Beras Merah sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*. 2 (2).
- Jariyah, Y. Ratna, dan S. Noor. 2003. Pembuatan Kerupuk Gente dengan Perbandingan Tepung Tapioka/Tepung Ampas Tapioka dan

Penambahan Na-Bikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ ). *Jurnal Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian*. 3 (1):51-60.

Kadey, M. 2010. *Wehani Rice*.  
<http://www.wellfedman.com/2010/05/wehani-rice.html> (01 Mei 2012).

Kartika, B. 1988. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada.

Kassama, L.S. 2003. Pore Development In Food During Deep-Fat Frying. *Thesis*, Department of Bioresource Engineering Macdonald Campus of McGill University Ste Anne-de-Bellevue Quebec H9X 3V9, Canada.

Kusmiadi, R. 2008. Varietas Beras dengan Komposisi Kimiawi Zat Penyusunnya.  
[http://www.ubb.ac.id/menulengkap.php?judul=Varietas%20Beras%20dengan%20Komposisi%20Kimiawi%20Zat%20Penyusunnya&&nomorurut\\_artikel=136](http://www.ubb.ac.id/menulengkap.php?judul=Varietas%20Beras%20dengan%20Komposisi%20Kimiawi%20Zat%20Penyusunnya&&nomorurut_artikel=136) (08 Juni 2012)

Legowo, A.M. dan Nurwantoro. 2004. Analisis Pangan. *Diktat Kuliah*. Fakultas Peternakan Undip, Semarang.

Makfoeld, D. 1980. *Deskripsi Pengolahan Hasil Nabati*. Yogyakarta: Agritech

Makfoeld, D., D.W. Marseno, P. Hastuti, S. Anggrahini, S. Raharjo, S. Sastroswignyo, Suhardi, S. Martoharsono, S. Hadiwiyoto, dan Tranggono. 2002. Reaksi Maillard, (dalam *Kamus Istilah Pangan dan Nutrisi*). Yogyakarta: Kanisius.

Matz, S.A. 1976. *Snack Food Technology*. AVI. Westport.

Moelyaningsih. 1990. *Peningkatan Mutu Bahan Baku Tapioka untuk Produk Kerupuk Udag*. Surabaya: Balai Penelitian dan Pengembangan Industri.

Mohamed, S., N. Abdullah, dan M.K. Muthu. 1989. Physical Properties of Keropok (Fried Crisps) in Relation to the Amylopectin Content of the Starch Flours. Faculty of Food Science and Biotechnology, Malaysia. *J. Sci. Food Agri*. 49, 369-377.



- Moreira, R.G., X. Sun, and Y. Chen. 1997. Factors Affecting Oil Uptake in Tortilla Chips in Deep-fat Frying. *J. Food Engineering*. 31:485-498.
- Muchtadi, D. 2001. Kajian terhadap Serat Makanan dan Antioksidan dalam Berbagai Jenis Sayuran untuk Pencegahan Penyakit Degeneratif. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing Perguruan Tinggi*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Bogor.
- Noorakmar, A.W., C.S. Cheow, A.R. Norizzah, A. Mohd Zahid, and I. Ruzaina. 2012. Effect of Orange Sweet Potato (*Ipomoea Batatas*) Flour on The Physical Properties of Fried Extruded Fish Crackers. *Int. Food Res. J.* 19 (2):657-664.
- Nurul, H., I. Boni, and I. Noryati. 2009. The Effect of Different Ratios of Dory Fish to Tapioca Flour on The Linear Expansion, Oil Absorption, Colour and Hardness of Fish Crackers. *Int. Food Res. J.* 16:159-165.
- Rahardjo, B., P. Hastuti, dan Rochmadi. 2009. Rekayasa Tekstur, Pemekaran dan Serapan Minyak pada Penggorengan dan Penyangraian Makanan Berpati. *Laporan Akhir Penelitian Tahun ke 2*, Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Yogyakarta.
- Ridwan, R. 2007. Pengaruh Substitusi Tepung Sagu dengan Tepung Tapioka dan Penambahan Ikan Tenggiri (*Scomberomorus commersoni*) terhadap Kualitas Kerupuk Getas. *Buletin BIPD*. 15 (2):14-28.
- Rohaendi, D. 2009. *Memproduksi Kerupuk Sangrai*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama
- Rohmah, N.J. 2010. Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Tepung Kacang terhadap Penurunan Resiko Atherosklerosis pada Tikus Putih (*Rattus Norvegicus L.*) Akibat Diet Lemak Tinggi. *Skripsi*, Fakultas Sain dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Rustama, M.M., S.R. Rahayuningsih, J. Kusmoro, R. Safitri. 2005. Uji Aktivitas Antibakteri dari Ekstrak Air dan Etanol Bawang Putih (*Allium Sativum L.*) terhadap Bakteri Gram Negatif dan Gram Positif. *Biotika*. 4 (2):1-8.
- Rustiana, R. dan Arie, S. 2011. Diversifikasi Menuju Kemandirian Pangan  
Nusa Tenggara Barat.

[http://ntb.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=com\\_content&view=article&id=407:diversifikasi-menuju-kemandirian-pangan-nusa-tenggara-barat&catid=53:artikel&Itemid=49](http://ntb.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=com_content&view=article&id=407:diversifikasi-menuju-kemandirian-pangan-nusa-tenggara-barat&catid=53:artikel&Itemid=49) (29 April 2012).

Santika, A. dan Rozakurniati. 2010. Teknik Evaluasi Mutu Beras Ketan dan Beras Merah pada Beberapa Galur Padi Gogo. *Buletin Teknik Pertanian*. 15 (1):1-5.

Santoso, H.B. 1992. *Bawang Putih*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Sari, P. 2008. *Antosianin Buah Buni (Antidesma bunius)*. <http://www.foodreview.biz/login/preview.php?view&id=55742> (23 Juni 2012)

Slavin, J.L. 2008. Position of The American Dietetic Association: Health Implications of Dietary Fiber. *J. of The American Diet. Ass.* 108 (10):1716-1731.

Soekarto, S.T. 1997. Perbandingan Pengaruh Kadar Air Krupuk Mentah pada Penggorengan dengan Minyak dan dengan Oven Gelombang Mikro, *Prosiding Seminar Tek. Pangan*, Bogor, Institut Pertanian Bogor, 1997, 458-470.

Stradley, L. 2004. *History of Baking Powder*. <http://whatscookingamerica.net/History/BakingPowderHistory.htm> (15 April 2012).

Suarni, M., Aqil, and Firmansyah. 2008. Starch Characterization of Several Maize Varieties for Industrial Use in Indonesia. *Paper of the Asian Regional Maize Workshop (ARMW)*, Makassar, 20-23 Oktober 2008.

Sudarmadji, S., H. Bambang, dan Suhardi. 2007. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian Edisi ke-4, Cetakan ke-2*. Yogyakarta: Liberty

Suprapti, M.L. 2005a. *Krupuk Udang Sidoarjo*. Yogyakarta: Kanisius.

Suprapti, M.L. 2005b. *Tepung Tapioka: Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

- Syamsiah, I.S. dan Tajudin. 2003. *Khasiat dan Manfaat Bawang Putih Raja Antibiotik Alami*. Bandung: Agromedia Pustaka.
- Taewee, T.K. 2011. MiniReview Cracker “Keropok”: A Review on Factors Influencing Expansion. *Int. Food Res. J.* 18 (3):855-866
- Utomo, D. 2008. Fortifikasi Tortilla dengan Memanfaatkan Jangkrik (*Gryllus sp.*) dalam Rangka Perbaikan Gizi Masyarakat. *Primordia*. 4 (1): 23-38.
- X-Rite Inc. 2007. *A Guide to Understanding Color Communication*. [http://www.xrite.com/documents/literature/en/110-001\\_understand\\_color\\_en.pdf](http://www.xrite.com/documents/literature/en/110-001_understand_color_en.pdf) (11 Juli 2012)
- Ya'qub, A. 2010. Pemanfaatan Ampas Sisa Jagung Pipilan Sebagai Bahan Produk Serat Pangan Tidak Larut. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Wahyono, R. dan Marzuki. 2003. *Pembuatan Aneka Kerupuk*. Jakarta: PT. Niaga Swadaya.
- Widati, A.S., Mustakim, S. Indriana. 2007. Pengaruh Lama Pengapuran terhadap Kadar Air, Kadar Protein, Kadar Kalsium, Daya Kembang dan Mutu Organoleptik Kerupuk Rambak Kulit Sapi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 2 (1):47-56.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

**Lampiran 1.****KUESIONER**

Nama :  
Tanggal :  
Produk : Kerupuk Beras Merah  
Pengujian : Warna

Di hadapan Saudara tersedia 6 (enam) sampel kerupuk beras merah dengan kode yang berbeda. Saudara diminta untuk memberikan penilaian atas sampel tersebut berdasarkan kesukaan Saudara terhadap warna kerupuk dengan memberikan nilai pada tabel yang disediakan untuk setiap sampel. Kisaran nilai yang diberikan adalah sebagai berikut:

- Nilai 1 : sangat tidak suka
- Nilai 2 : tidak suka
- Nilai 3 : agak tidak suka
- Nilai 4 : netral
- Nilai 5 : agak suka
- Nilai 6 : suka
- Nilai 7 : sangat suka

Pengujian:

Kode	786	389	451	623	986	175
Nilai						

Komentar:

---

---

---

## KUESIONER

Nama :  
 Tanggal :  
 Produk : Kerupuk Beras Merah  
 Pengujian : Kerenyahan

Di hadapan Saudara tersedia 6 (enam) sampel kerupuk beras merah dengan kode yang berbeda. Saudara diminta untuk memberikan penilaian atas sampel tersebut berdasarkan kesukaan Saudara terhadap kerenyahan kerupuk dengan memberikan nilai pada tabel yang disediakan untuk setiap sampel. Kisaran nilai yang diberikan adalah sebagai berikut:

- Nilai 1 : sangat tidak suka
- Nilai 2 : tidak suka
- Nilai 3 : agak tidak suka
- Nilai 4 : netral
- Nilai 5 : agak suka
- Nilai 6 : suka
- Nilai 7 : sangat suka

Pengujian:

Kode	647	342	901	419	253	546
Nilai						

Komentar:

---



---



---

## KUESIONER

Nama :  
 Tanggal :  
 Produk : Kerupuk Beras Merah  
 Pengujian : Rasa

Di hadapan Saudara tersedia 6 (enam) sampel kerupuk beras merah dengan kode yang berbeda. Saudara diminta untuk memberikan penilaian atas sampel tersebut berdasarkan kesukaan Saudara terhadap rasa kerupuk dengan memberikan nilai pada tabel yang disediakan untuk setiap sampel. Kisaran nilai yang diberikan adalah sebagai berikut:

- Nilai 1 : sangat tidak suka
- Nilai 2 : tidak suka
- Nilai 3 : agak tidak suka
- Nilai 4 : netral
- Nilai 5 : agak suka
- Nilai 6 : suka
- Nilai 7 : sangat suka

Pengujian:

Kode	507	198	374	836	239	635
Nilai						

Komentar:

---



---



---

## Lampiran 2.

## Foto Hasil Orientasi



Gambar L.1. Foto Kerupuk Beras Merah Hasil Orientasi

### Keterangan:

1. Kontrol (Tapioka 100%)
2. Substitusi Tepung Beras Merah 10%.
3. Substitusi Tepung Beras Merah 20%.
4. Substitusi Tepung Beras Merah 30%.
5. Substitusi Tepung Beras Merah 40%.
6. Substitusi Tepung Beras Merah 50%.

### Lampiran 3. Perhitungan Anava Kadar Air Kerupuk Beras Merah

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar air kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar air kerupuk beras merah yang dihasilkan,

#### 1. Ulangan 1

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	9,15	9,61	7,70	8,44	8,29	8,56
Sub Sampel 2	8,71	10,60	9,94	8,53	8,34	7,94
Sub Sampel 3	9,96	8,64	8,18	7,00	7,17	8,03
Rerata	9,28	9,62	8,60	7,99	7,93	8,18
SD	0,63	0,98	1,18	0,86	0,66	0,33
Min	8,64	8,63	7,42	7,13	7,27	7,84
Max	9,91	10,60	9,78	8,85	8,60	8,51
Rerata	8,93	9,62	7,94	8,48	8,32	7,99

#### 2. Ulangan 2

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	8,01	8,11	7,70	8,27	8,29	7,95
Sub Sampel 2	8,26	8,30	8,09	8,11	7,97	7,90
Sub Sampel 3	8,40	7,68	8,42	7,59	7,47	7,83
Rerata	8,23	8,03	8,07	7,99	7,91	7,89
SD	0,20	0,32	0,36	0,36	0,41	0,06
Min	8,03	7,71	7,71	7,63	7,49	7,83
Max	8,42	8,35	8,43	8,35	8,32	7,95
Rerata	8,33	8,21	8,26	8,19	8,13	7,89



**3. Ulangan 3**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	10,93	10,52	10,16	11,32	10,11	10,22
Sub Sampel 2	9,89	10,37	10,10	9,99	10,10	10,19
Sub Sampel 3	10,71	10,53	10,08	9,94	10,06	10,10
Rerata	10,51	10,47	10,12	10,42	10,09	10,17
SD	0,55	0,09	0,04	0,78	0,02	0,07
Min	9,96	10,38	10,07	9,63	10,06	10,10
Max	11,06	10,56	10,16	11,20	10,11	10,24
Rerata	10,82	10,52	10,12	9,97	10,09	10,17

**4. Ulangan 4**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	10,08	10,14	9,97	9,86	9,60	9,59
Sub Sampel 2	9,69	8,60	10,18	9,94	10,31	9,55
Sub Sampel 3	10,26	10,09	10,09	9,76	9,66	9,47
Rerata	10,01	9,61	10,08	9,85	9,86	9,54
SD	0,30	0,87	0,10	0,09	0,39	0,06
Min	9,72	8,74	9,98	9,76	9,46	9,48
Max	10,31	10,48	10,18	9,94	10,25	9,60
Rerata	10,17	10,11	10,13	9,85	9,63	9,57

**Kadar Air**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)	
Ulangan	1	8,93	9,62	7,94	8,48	8,32	7,99
	2	8,33	8,21	8,26	8,19	8,13	7,89
	3	10,82	10,52	10,12	9,97	10,09	10,17
	4	10,17	10,11	10,13	9,85	9,63	9,57
Rerata	9,57	9,62	9,11	9,12	9,04	8,90	

**ANAVA**

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Kelompok	3	0,0018976	0,0006325	3,8604908*	2,9012945
Perlakuan	5	0,0001712	$3,424 \times 10^{-05}$		
Galat	15	0,0001330	$8,869 \times 10^{-06}$		
Total	23	0,0022018			

Kesimpulan:  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ , maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar air kerupuk beras merah.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{8,869 \times 10^{-6}}{4}} = 0,001498$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
$r_p$	3,01	3,16	3,25	3,31	3,36
$R_p$	0,0045	0,0047	0,0048	0,0049	0,0050

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata (%)
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	8,90 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	9,04 <sup>a</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	9,11 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	9,12 <sup>ab</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	9,57 <sup>bc</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	9,62 <sup>c</sup>

### 5. Kadar Air Tepung Beras Merah

Tepung Beras Merah	Kadar Air (%)
Sampel 1	8,44
Sampel 2	8,76
Sampel 3	8,50
Rerata	8,57
SD	0,17
Min	8,40
Max	8,74
Rerata	8,47

#### Lampiran 4. Perhitungan Anava Volume Pengembangan Kerupuk Beras Merah

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap volume pengembangan kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap volume pengembangan kerupuk beras merah yang dihasilkan,

##### 1. Ulangan 1

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	1000,00	400,00	600,00	350,00	600,00	250,00
Sub Sampel 2	1000,00	900,00	350,00	700,00	350,00	200,00
Sub Sampel 3	900,00	900,00	700,00	600,00	300,00	250,00
Rerata	966,67	733,33	550,00	550,00	416,67	233,33
SD	57,74	288,68	180,28	180,28	160,73	28,87
Rerata Min	908,93	444,66	369,72	369,72	255,94	204,47
Rerata Max	1024,40	1022,01	730,28	730,28	577,39	262,20
Rerata	1000,00	900,00	650,00	650,00	325,00	250,00

##### 2. Ulangan 2

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	900,00	900,00	300,00	300,00	600,00	400,00
Sub Sampel 2	900,00	900,00	800,00	400,00	300,00	300,00
Sub Sampel 3	900,00	900,00	800,00	600,00	300,00	250,00
Rerata	900,00	900,00	633,33	433,33	400,00	316,67
SD	0	0	288,68	152,75	173,21	76,38
Rerata Min	900,00	900,00	344,66	280,58	226,79	240,29
Rerata Max	900,00	900,00	922,01	586,09	573,21	393,04
Rerata	900,00	900,00	800,00	350,00	300,00	275,00

**3. Ulangan 3**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	1000,00	900,00	800,00	300,00	300,00	200,00
Sub Sampel 2	450,00	900,00	500,00	500,00	400,00	300,00
Sub Sampel 3	1000,00	900,00	450,00	350,00	300,00	200,00
Rerata	816,67	900,00	583,33	383,33	333,33	233,33
SD	317,54	0	189,30	104,08	57,74	57,74
Rerata Min	499,12	900,00	394,04	279,25	275,60	175,60
Rerata Max	1134,21	900,00	772,63	487,42	391,07	291,07
Rerata	1000,00	900,00	475,00	325,00	300,00	200,00

**4. Ulangan 4**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	900,00	900,00	400,00	300,00	300,00	200,00
Sub Sampel 2	800,00	800,00	500,00	500,00	400,00	300,00
Sub Sampel 3	800,00	700,00	250,00	40000	300,00	300,00
Rerata	833,33	800,00	383,33	400,00	333,33	266,67
SD	57,74	100,00	125,83	100,00	57,74	57,74
Rerata Min	775,60	700,00	257,50	300,00	275,60	208,93
Rerata Max	891,07	900,00	509,16	500,00	391,07	324,40
Rerata	800,00	800,00	450,00	400,00	300,00	300,00

**Volume Pengembangan**

Tapioka/Tep. Beras Merah		T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Ulangan	1	1000,00	900,00	650,00	650,00	325,00	250,00
	2	900,00	900,00	800,00	350,00	300,00	275,00
	3	1000,00	900,00	475,00	325,00	300,00	200,00
	4	800,00	800,00	450,00	400,00	300,00	300,00
Rerata		925,00	875,00	593,75	431,25	306,25	256,25

**ANAVA**

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Kelompok	3	53020,83	17673,61	36,1226*	2,9013
Perlakuan	5	1626770,83	325354,20		
Galat	15	135104,17	9006,94		
Total	23	1814895,83			

Kesimpulan:  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap volume pengembangan kerupuk beras merah.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{9006,944}{4}} = 47,4525$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
rp	3,01	3,16	3,25	3,31	3,36
Rp	142,8319094	149,9498	154,2205	157,0676	159,4402709

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata (%)
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	256,25 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	306,25 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	431,25 <sup>b</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	593,75 <sup>c</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	875,00 <sup>d</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	925,00 <sup>d</sup>

## Lampiran 5. Perhitungan Anava Daya Patah Kerupuk Beras Merah

$H_0$  = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap daya patah kerupuk beras merah yang dihasilkan,

$H_a$  = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap daya patah kerupuk beras merah yang dihasilkan,

### 1. Ulangan 1

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (N/s)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (N/s)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (N/s)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (N/s)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (N/s)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (N/s)
Sub Sampel 1	4,3560	3,2760	2,8400	4,1980	9,0720	9,0360
Sub Sampel 2	4,8100	3,1650	3,1490	4,7590	8,0200	7,1910
Sub Sampel 3	5,4530	6,6120	3,8740	4,6450	8,0990	14,6940
Rerata	4,8730	4,3510	3,2877	4,5340	8,3970	10,3070
SD	0,5512	1,9589	0,5308	0,2965	0,5859	3,9096
Min	4,3218	2,3921	2,7569	4,2375	7,8111	6,3974
Max	5,4242	6,3099	3,8184	4,8305	8,9829	14,2166
Rerata	4,5830	3,2205	3,5115	4,7020	8,0595	8,1135

### 2. Ulangan 2

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (N/s)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (N/s)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (N/s)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (N/s)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (N/s)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (N/s)
Sub Sampel 1	5,4870	8,1210	5,9080	5,3200	10,0380	13,1990
Sub Sampel 2	7,0730	5,4620	4,9540	6,4860	8,6300	6,5810
Sub Sampel 3	6,8800	7,7470	6,8030	7,4070	8,8350	13,9870
Rerata	6,4800	7,1100	5,8883	6,4043	9,1677	11,2557
SD	0,8654	1,4394	0,9247	1,0459	0,7607	4,0675
Min	5,6146	5,6706	4,9637	5,3584	8,4070	7,1882
Max	7,3454	8,5494	6,8130	7,4502	9,9283	15,3232
Rerata	6,9765	7,9340	6,3555	6,9465	8,7325	13,5930

**3. Ulangan 3**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (N/s)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (N/s)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (N/s)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (N/s)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (N/s)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (N/s)
Sub Sampel 1	4,3930	3,5650	8,0990	6,2590	10,1780	10,3510
Sub Sampel 2	3,5890	4,0730	7,0540	4,5880	9,1650	11,0260
Sub Sampel 3	5,7320	5,8050	7,0050	4,8370	10,2800	8,3930
Rerata	4,5713	4,4810	7,3860	5,2280	9,8743	9,9233
SD	1,0826	1,1744	0,6180	0,9015	0,6164	1,3676
Min	3,4888	3,3066	6,7680	4,3265	9,2579	8,5557
Max	5,6539	5,6554	8,0040	6,1295	10,4907	11,2909
Rerata	3,9910	3,8190	7,0295	4,7125	10,2290	10,6885

**4. Ulangan 4**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (N/s)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (N/s)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (N/s)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (N/s)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (N/s)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (N/s)
Sub Sampel 1	8,0170	6,6050	7,6620	7,4510	11,5920	10,4610
Sub Sampel 2	6,1660	8,3660	6,1480	8,5460	6,6000	12,1040
Sub Sampel 3	5,5030	8,2010	8,2240	7,5470	6,7530	7,6830
Rerata	6,5620	7,7240	7,3447	7,8480	8,3150	10,0827
SD	1,3029	0,9726	1,0738	0,6064	2,8390	2,2347
Min	5,2591	6,7514	6,2709	7,2416	5,4760	7,8480
Max	7,8649	8,6966	8,4184	8,4544	11,1540	12,3173
Rerata	7,0915	8,2835	7,9430	7,4990	6,6765	9,0720

**Daya Patah**

Tapioka/Tep. Beras Merah		T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (N/s)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (N/s)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (N/s)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (N/s)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (N/s)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (N/s)
Ulangan	1	4,5830	3,2205	3,5115	4,7020	8,0595	8,1135
	2	6,9765	7,9340	6,3555	6,9465	8,7325	13,5930
	3	3,9910	3,8190	7,0295	4,7125	10,2290	10,6885
	4	7,0915	8,2835	7,9430	7,4990	6,6765	9,0720
Rerata		5,6605	5,8143	6,2099	5,9650	8,4244	10,3668

**ANAVA**

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Kelompok	3	31,923787	10,641262		
Perlakuan	5	72,909035	14,581807	5,700908*	2,9012945
Galat	15	38,367067	2,557804		
Total	23	143,199890			

Kesimpulan:  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah daya patah kerupuk beras merah.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{2,5578045}{4}} = 0,7996569$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
rp	3,01	3,16	3,25	3,31	3,36
Rp	2,406967	2,526916	2,598885	2,646864	2,686847

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata (N/s)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	5,6605 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	5,8143 <sup>a</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	5,9650 <sup>ab</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	6,2099 <sup>ab</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	8,4244 <sup>bc</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	10,3668 <sup>c</sup>



## Lampiran 6. Perhitungan Anava Kadar Air Kerupuk Beras Merah Goreng

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar air kerupuk beras merah goreng yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar air kerupuk beras merah goreng yang dihasilkan,

### 1. Ulangan 1

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	3,22	3,41	3,48	3,58	3,69	3,74
Sub Sampel 2	3,29	4,22	4,77	3,64	3,54	3,69
Sub Sampel 3	4,30	3,49	3,46	2,41	2,67	3,88
Rerata	3,60	3,71	3,90	3,21	3,30	3,77
SD	0,61	0,44	0,75	0,69	0,55	0,10
Min	3,00	3,26	3,15	2,52	2,75	3,67
Max	4,21	4,15	4,66	3,90	3,85	3,87
Rerata Range	3,25	3,45	3,47	3,61	3,62	3,71

### 2. Ulangan 2

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	3,27	3,41	3,42	3,72	3,44	4,58
Sub Sampel 2	2,80	3,20	3,41	3,62	3,67	4,25
Sub Sampel 3	3,05	3,37	3,56	3,59	4,12	4,49
Rerata	3,04	3,33	3,46	3,64	3,74	4,44
SD	0,23	0,11	0,08	0,07	0,35	0,17
Min	2,80	3,21	3,38	3,57	3,40	4,27
Max	3,27	3,44	3,55	3,71	4,09	4,61
Rerata Range	3,04	3,39	3,42	3,60	3,55	4,53

**3. Ulangan 3**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	5,66	5,67	5,38	5,85	6,22	6,17
Sub Sampel 2	5,53	5,89	5,58	5,71	5,87	6,01
Sub Sampel 3	5,74	5,24	6,02	5,35	5,92	6,21
Rerata	5,64	5,60	5,66	5,64	6,00	6,13
SD	0,11	0,33	0,33	0,26	0,19	0,11
Min	5,54	5,27	5,33	5,38	5,82	6,02
Max	5,75	5,93	5,99	5,89	6,19	6,23
Rerata Range	5,64	5,78	5,48	5,78	5,90	6,19

**4. Ulangan 4**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	3,87	4,49	5,14	6,43	5,39	5,47
Sub Sampel 2	4,34	3,14	5,01	5,13	5,17	5,40
Sub Sampel 3	4,51	4,48	5,19	5,10	5,20	5,60
Rerata	4,24	4,04	5,11	5,55	5,25	5,49
SD	0,33	0,78	0,09	0,76	0,12	0,10
Min	3,91	3,26	5,02	4,80	5,13	5,39
Max	4,58	4,81	5,20	6,31	5,37	5,59
Rerata Range	4,43	4,48	5,16	5,12	5,18	5,43

**Kadar Air Kerupuk Goreng**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)	
Ulangan	1	3,25	3,45	3,47	3,61	3,62	3,71
	2	3,04	3,39	3,42	3,60	3,55	4,53
	3	5,64	5,78	5,48	5,78	5,90	6,19
	4	4,43	4,48	5,16	5,12	5,18	5,43
Rerata		4,09	4,28	4,38	4,53	4,56	4,97

**ANAVA**

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Kelompok	3	0,0022097	0,0007366	7,200689*	2,9012945
Perlakuan	5	0,0001787	$3,575 \times 10^{-05}$		
Galat	15	$7,446 \times 10^{-05}$	$4,964 \times 10^{-06}$		
Total	23	0,0024629			

Kesimpulan:  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar air kerupuk beras merah goreng.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{4,964 \times 10^{-6}}{4}} = 0,001114$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
rp	3,01	3,16	3,25	3,31	3,36
Rp	0,003353	0,003520	0,003621	0,003687	0,003743

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata (%)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	4,09 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,28 <sup>ab</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	4,38 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,53 <sup>b</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,56 <sup>b</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,97 <sup>c</sup>

## Lampiran 7. Perhitungan Anava Daya Serap Minyak Kerupuk Beras Merah

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap daya serap minyak kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap daya serap minyak kerupuk beras merah yang dihasilkan,

### 1. Ulangan 1

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	6,54	6,85	4,57	5,31	5,02	5,27
Sub Sampel 2	5,94	7,14	5,73	5,35	5,24	4,62
Sub Sampel 3	6,28	5,63	5,14	4,93	4,84	4,51
Rerata	6,25	6,54	5,15	5,20	5,03	4,80
SD	0,30	0,80	0,58	0,23	0,20	0,41
Min	5,95	5,74	4,56	4,97	4,83	4,39
Max	6,55	7,34	5,73	5,43	5,23	5,21
Rerata	6,41	7,00	5,44	5,33	4,93	4,62

### 2. Ulangan 2

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	5,16	5,11	4,64	4,97	5,29	3,66
Sub Sampel 2	5,96	5,57	5,10	4,89	4,68	3,96
Sub Sampel 3	5,84	4,67	5,31	4,33	3,62	3,62
Rerata	5,65	5,12	5,02	4,73	4,53	3,75
SD	0,43	0,45	0,34	0,35	0,85	0,19
Min	5,22	4,67	4,67	4,38	3,68	3,56
Max	6,08	5,56	5,36	5,08	5,37	3,93
Rerata	5,90	4,89	5,20	4,93	4,98	3,64

**3. Ulangan 3**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	5,92	5,42	5,33	6,17	4,33	4,52
Sub Sampel 2	4,84	4,99	5,03	4,75	4,70	4,66
Sub Sampel 3	5,57	5,91	4,51	5,09	4,60	4,33
Rerata	5,44	5,44	4,96	5,34	4,54	4,50
SD	0,55	0,46	0,41	0,74	0,19	0,17
Min	4,89	4,98	4,55	4,60	4,35	4,33
Max	5,99	5,90	5,37	6,08	4,74	4,67
Rerata	5,74	5,21	5,18	4,92	4,65	4,59

**4. Ulangan 4**

Tapioka/Tep. Beras Merah	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Sub Sampel 1	5,92	5,42	5,33	6,17	4,33	4,52
Sub Sampel 2	4,84	4,99	5,03	4,75	4,70	4,66
Sub Sampel 3	5,57	5,91	4,51	5,09	4,60	4,33
Rerata	5,44	5,44	4,96	5,34	4,54	4,50
SD	0,55	0,46	0,41	0,74	0,19	0,17
Min	4,89	4,98	4,55	4,60	4,35	4,33
Max	5,99	5,90	5,37	6,08	4,74	4,67
Rerata	5,20	5,21	5,18	4,92	4,65	4,59

**Daya Serap Minyak**

Tapioka/Tep. Beras Merah		T <sub>100</sub> B <sub>0</sub> (%)	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub> (%)	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub> (%)	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub> (%)	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub> (%)	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub> (%)
Ulangan	1	6,41	7,00	5,44	5,33	4,93	4,62
	2	5,90	4,89	5,20	4,93	4,98	3,64
	3	5,74	5,21	5,18	4,92	4,65	4,59
	4	5,20	5,21	5,18	4,92	4,65	4,59
Rerata		5,81	5,58	5,25	5,03	4,80	4,36

**ANAVA**

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Kelompok	3	0,0001913	6,377E-05	6,5470342*	2,9012945
Perlakuan	5	0,0005559	0,0001112		
Galat	15	0,0002547	$1,698 \times 10^{-05}$		
Total	23	0,0010019			

Kesimpulan:  $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ , maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap daya serap minyak kerupuk beras merah.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{1,698 \times 10^{-5}}{4}} = 0,00206$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
$r_p$	3,01	3,16	3,25	3,31	3,36
$R_p$	0,006202	0,006511	0,006697	0,006820	0,006923

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata (%)
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,36 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,80 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	5,03 <sup>bc</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	5,25 <sup>bc</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	5,58 <sup>c</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	5,81 <sup>c</sup>

## Lampiran 8. Perhitungan Anava Warna Kerupuk Beras Merah

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap warna kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap warna kerupuk beras merah yang dihasilkan,

### 1. *Lightness*

#### a. *Lightness Kerupuk Beras Merah Mentah*

Tapioka/Tep. Beras Merah	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	41,30	41,50	43,30	42,03
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	37,80	38,50	38,10	38,13
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	36,60	36,80	37,40	36,93
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	36,50	36,20	36,40	36,37
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	35,90	35,20	35,50	35,53
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	32,80	32,30	33,70	32,93

#### ANAVA

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	137,1378	27,4276	98,4635*	3,3258
Ulangan	2	1,5344	2,7672		
Galat	10	2,7856	0,2786		
Total	17	141,4578			

Kesimpulan: F hitung > F tabel, maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap *lightness* kerupuk beras merah mentah.

#### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{0,278556}{3}} = 0,304716$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
r <sub>p</sub>	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
R <sub>p</sub>	0,959855	1,005563	1,026893	1,045176	1,054317424

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	32,93 <sup>ab</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	35,53 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	36,37 <sup>bc</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	36,93 <sup>c</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	38,13 <sup>d</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	42,03 <sup>e</sup>

**b. *Lightness* Kerupuk Beras Merah Goreng**

Tapioka/Tep. Beras Merah	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	53,80	53,40	53,90	53,70
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	51,50	52,40	51,60	51,83
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	48,50	49,80	49,70	49,33
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	46,50	47,10	47,50	47,03
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	44,80	44,40	45,60	44,93
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	42,00	41,80	42,80	42,20

**ANAVA**

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	278,2890	55,6579	259,008*	3,3258
Ulangan	2	1,3378	0,6689		
Galat	10	2,1489	0,2149		
Total	17	281,7760			

Kesimpulan: F hitung > F tabel, maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap *lightness* kerupuk beras merah goreng.

**Uji DMRT**

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{0,21489}{3}} = 0,26764$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
r <sub>p</sub>	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
R <sub>p</sub>	0,843057	0,883203	0,901937	0,917995	0,926024446



Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	42,2000 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	44,9333 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	47,0333 <sup>c</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	49,3333 <sup>d</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	51,8333 <sup>e</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	53,7000 <sup>f</sup>

## 2. Redness

### a. Redness Kerupuk Beras Merah Mentah

Tapioka/Tep. Beras Merah	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	13,5	12,7	11,6	12,60
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	14,6	13,4	12,4	13,47
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	15,9	14,1	13,1	14,37
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	17,6	17,0	17,1	17,23
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	17,8	18,2	16,0	17,33
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	15,9	15,0	12,9	14,60

### ANOVA

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	57,2333	11,4467	33,6337*	3,3258
Ulangan	2	12,5633	6,2817		
Galat	10	3,4033	0,3403		
Total	17	73,2			

Kesimpulan: F hitung > F tabel, maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap *redness* kerupuk beras merah mentah.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{0,3403}{3}} = 0,33682$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
r <sub>p</sub>	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
R <sub>p</sub>	1,060968	1,11149	1,135067	1,155276	1,16538041

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	12,6000 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	13,4667 <sup>ab</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	14,3667 <sup>bc</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	14,6000 <sup>c</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	17,2333 <sup>d</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	17,3333 <sup>d</sup>

**b. Redness Kerupuk Beras Merah Goreng**

Tapioka/Tep. Beras Merah	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	11,9	13,1	12,3	12,43
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	10,8	13,1	14,1	12,67
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	12,9	13,1	14,5	13,50
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	16,2	16,1	16,3	16,20
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	16,0	18,1	17,4	17,17
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	16,4	16,0	15,2	15,87

**ANAVA**

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	61,1561	12,2312	15,8049*	3,3258
Ulangan	2	3,3078	1,6539		
Galat	10	7,7389	0,7739		
Total	17	72,2028			

Kesimpulan: F hitung > F tabel, maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap *redness* kerupuk beras merah goreng.

**Uji DMRT**

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{0,7739}{3}} = 0,5079$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
r <sub>p</sub>	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
R <sub>p</sub>	1,5999	1,6761	1,7116	1,7421	1,7573

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	12,4333 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	12,6667 <sup>a</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	13,5000 <sup>a</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	15,8667 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	16,2000 <sup>b</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	17,1667 <sup>b</sup>

### 3. *Yellowness*

#### a. *Yellowness Kerupuk Beras Merah Mentah*

Tapioka/Tep. Beras Merah	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	12,1	11,6	11,8	11,83
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	11,7	12,0	11,6	11,77
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	11,9	11,6	11,7	11,73
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	12,8	12,6	12,7	12,70
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	12,0	12,0	10,6	11,53
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	10,4	9,4	10,5	10,10

#### ANAVA

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	10,6911	2,1382	11,0281*	3,3258
Ulangan	2	0,3878	0,1939		
Galat	10	1,9389	0,1939		
Total	17	13,0178			

Kesimpulan: F hitung > F tabel, maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap *yellowness* kerupuk beras merah mentah.

#### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{0,1939}{3}} = 0,25422$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
r <sub>p</sub>	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
R <sub>p</sub>	0,8008	0,8389	0,8567	0,8720	0,8796

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	10,1000 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	11,5333 <sup>b</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	11,7333 <sup>b</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	11,7667 <sup>b</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	11,8333 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	12,7000 <sup>c</sup>

**b. Yellowness Kerupuk Beras Merah Goreng**

Tapioka/Tep. Beras Merah	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	9,4	10,9	9,5	9,93
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	11,1	9,6	10,4	10,37
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	11,1	13,2	13,8	12,70
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	13,0	12,9	12,8	12,90
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	12,1	13,2	12,5	12,60
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	15,4	14,8	13,0	14,40

**ANAVA**

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	42,6717	8,5343	8,8992*	3,3258
Ulangan	2	0,7233	0,3617		
Galat	10	9,5900	0,9590		
Total	17	52,9850			

Kesimpulan: F hitung > F tabel, maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap *yellowness* kerupuk beras merah goreng.

**Uji DMRT**

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{0,9590}{3}} = 0,56539$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
r <sub>p</sub>	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
R <sub>p</sub>	1,7810	1,8658	1,9054	1,9393	1,9563

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	9,9333 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	10,3667 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	12,6000 <sup>b</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	12,7000 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	12,9000 <sup>b</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	14,4000 <sup>b</sup>

#### 4. *Lightness, Redness, dan Yellowness Tepung Beras Merah*

Parameter	Sampel I	Sampel II	Sampel III	Rata-rata
<i>Lightness</i>	56,40	56,00	56,10	56,17
<i>Redness</i>	17,00	18,90	18,60	18,17
<i>Yellowness</i>	14,60	14,00	14,30	14,30

## Lampiran 9. Perhitungan Kadar Serat Kasar Kerupuk Beras Merah

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar serat kasar kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar serat kasar kerupuk beras merah yang dihasilkan,

### 1. Tabel Hasil Analisa Kadar Serat Kasar Kerupuk Beras Merah Mentah

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Sampel I (%)	Sampel II (%)	Sampel III (%)	Rata-rata (%)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	0,31	0,48	0,35	0,38
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	1,82	2,01	1,97	1,93
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	1,92	2,11	2,03	2,02
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	2,01	2,15	2,11	2,09
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	2,1	2,31	2,23	2,21
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	2,14	2,36	2,26	2,25
Tep. Beras merah	2,12	2,03	2,09	2,08

### ANAVA

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	7,6251	1,5250	2644,5260*	3,3258
Ulangan	2	0,1054	0,0527		
Galat	10	0,0058	0,0006		
Total	17	7,7363			

Kesimpulan: F hitung > F tabel, maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kadar serat kasar kerupuk beras merah mentah.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{0,0006}{3}} = 0,013864$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

	2	3	4	5	6
r <sub>p</sub>	3,15	3,3	3,37	3,43	3,46
R <sub>p</sub>	0,04367	0,04575	0,04672	0,04755	0,04797

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata (%)
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	0,38 <sup>a</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	1,93 <sup>b</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	2,02 <sup>c</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	2,09 <sup>d</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	2,21 <sup>e</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	2,25 <sup>e</sup>

## Lampiran 10.Perhitungan Anava Organoleptik Kerupuk Beras Merah

### 1. Perhitungan Anava Organoleptik Warna Kerupuk Beras Merah

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada warna kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada warna kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Panelis	Warna					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
1	7	6	6	5	7	4
2	7	7	5	3	4	1
3	3	4	5	3	6	2
4	3	6	4	6	6	3
5	4	1	5	6	6	2
6	7	6	3	2	2	1
7	2	3	5	6	7	4
8	5	4	4	2	3	1
9	2	4	3	6	5	3
10	5	4	3	6	7	3
11	1	2	4	4	5	1
12	7	5	3	2	2	1
13	2	3	6	4	7	1
14	1	4	4	6	7	6
15	7	2	3	3	5	6
16	2	1	4	4	4	6
17	4	3	6	5	3	1
18	5	3	3	2	4	2
19	5	4	4	6	5	3
20	4	5	5	7	6	3
21	7	6	3	2	3	2
22	2	4	5	6	7	3
23	5	6	3	4	4	2
24	7	6	5	3	4	2
25	7	2	3	3	6	6



Panelis	Warna					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
26	3	4	5	6	7	5
27	3	4	3	3	5	4
28	7	6	3	4	5	2
29	7	6	5	4	3	1
30	6	3	1	7	5	2
31	7	5	6	7	4	2
32	5	5	5	4	3	2
33	7	6	6	5	2	1
34	7	4	3	3	2	2
35	7	6	4	5	3	2
36	2	4	5	7	6	3
37	2	2	3	5	5	6
38	2	4	6	7	4	4
39	6	2	3	4	4	6
40	2	3	4	5	6	7
41	6	4	4	7	6	2
42	2	2	5	7	6	4
43	7	6	4	4	3	3
44	4	2	1	4	4	1
45	5	5	5	6	6	3
46	6	5	4	4	3	3
47	7	5	6	6	5	2
48	5	4	7	1	3	2
49	2	3	5	6	7	3
50	7	5	2	3	4	7
51	3	1	6	6	7	5
52	7	6	4	5	4	2
53	7	6	5	3	2	1
54	5	6	2	5	3	6
55	7	6	5	4	3	2
56	7	7	6	5	4	3
57	2	2	5	6	3	2
58	4	4	4	7	5	5
59	7	6	3	5	6	7
60	7	3	5	7	6	4
61	2	1	2	7	3	4
62	5	6	7	4	3	2
63	6	7	5	3	3	2

Panelis	Warna					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
64	5	4	6	4	3	2
65	7	2	2	5	2	2
66	7	3	3	2	1	1
67	5	6	6	7	4	3
68	4	5	6	7	3	2
69	6	3	4	2	2	4
70	1	3	7	5	2	1
71	7	5	6	5	4	3
72	5	5	6	7	4	4
73	7	6	4	2	3	1
74	7	6	6	5	4	2
75	5	5	5	4	3	2
76	4	5	5	7	6	3
77	7	7	6	5	4	3
78	7	6	2	3	1	5
79	7	7	6	5	4	3
80	7	7	6	5	4	3
Jumlah	402	352	354	377	342	237
Rerata	5,0250	4,4000	4,4250	4,7125	4,2750	2,9625

### ANAVA

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	200,8750	40,1750	14,2120*	2,2330
Galat	474	1339,9250	2,8269		
Total	479	1540,8000			

Kesimpulan: F hitung > F tabel, maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada warna kerupuk beras merah yang dihasilkan.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{2,826846}{80}} = 0,187978$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
r <sub>p</sub>	2,77	2,92	3,02	3,09	3,15
R <sub>p</sub>	0,5207	0,5489	0,5677	0,5809	0,5921

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	2,9625 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,2750 <sup>b</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,4000 <sup>b</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	4,4250 <sup>b</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,7125 <sup>bc</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	5,0250 <sup>c</sup>

## 2. Perhitungan Anava Organoleptik Kerenyahan Kerupuk Beras Merah

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada kerenyahan kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada kerenyahan kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Panelis	Kerenyahan					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
1	2	6	5	6	5	7
2	7	7	4	6	6	3
3	2	5	7	6	2	6
4	4	7	6	3	7	5
5	6	3	2	1	5	2
6	6	6	3	2	5	5
7	2	7	3	4	6	5
8	2	6	5	3	2	4
9	5	5	6	3	4	4
10	2	3	4	5	6	4
11	5	6	7	6	7	7
12	7	7	6	7	4	6
13	1	6	3	5	6	7
14	2	6	7	6	7	7
15	3	6	6	6	7	5
16	2	4	5	4	3	7
17	3	6	6	5	6	7
18	2	5	5	5	4	2
19	4	6	5	5	6	5
20	3	5	6	4	6	7

Panelis	Kerenyahan					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
21	5	6	6	6	5	7
22	6	4	6	2	6	7
23	2	4	5	5	3	3
24	5	4	3	6	4	2
25	3	3	5	5	6	7
26	4	5	5	5	7	6
27	3	2	5	3	5	5
28	6	3	4	6	5	7
29	6	3	6	7	6	4
30	7	2	6	5	6	3
31	7	5	6	7	6	3
32	7	5	7	6	5	6
33	3	5	6	2	2	1
34	4	3	6	5	5	7
35	4	3	5	7	2	6
36	6	2	7	5	6	3
37	5	2	5	3	3	6
38	6	6	7	4	4	5
39	3	2	6	6	5	7
40	4	3	7	5	5	6
41	5	3	6	7	5	7
42	6	2	7	6	4	5
43	6	3	6	6	6	4
44	2	2	6	4	4	2
45	5	5	6	7	4	7
46	6	4	5	5	6	6
47	3	3	5	5	5	2
48	6	7	7	7	6	7
49	7	3	6	6	4	5
50	5	3	7	6	7	7
51	2	3	4	5	5	7
52	3	1	5	6	5	6
53	7	7	6	7	6	2
54	5	7	7	6	4	3
55	6	5	3	4	4	2
56	4	4	5	6	7	7
57	5	5	6	2	2	4
58	7	6	6	5	6	5

Panelis	Kerenyahan					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
59	5	2	3	2	4	7
60	6	7	6	5	6	3
61	7	6	4	4	5	3
62	7	3	3	4	4	6
63	5	6	6	5	4	2
64	7	3	3	4	6	4
65	1	2	5	3	4	6
66	7	7	6	2	6	3
67	3	4	5	6	5	6
68	4	5	6	6	5	7
69	3	4	7	6	6	4
70	6	3	7	4	4	5
71	7	5	3	5	4	3
72	7	5	4	5	6	3
73	7	7	7	7	5	6
74	6	6	5	5	2	3
75	2	5	5	5	4	2
76	5	3	4	7	5	7
77	6	5	4	4	4	5
78	3	3	2	5	5	6
79	7	6	6	5	4	5
80	7	6	5	4	4	3
Jumlah	374	360	423	395	392	393
Rerata	4,6750	4,5000	5,2875	4,9375	4,9000	4,9125

### ANAVA

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	28,5180	5,7038	2,2715*	2,2330
Galat	474	1190,2130	2,5110		
Total	479	1218,731			

Kesimpulan:  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada kerenyahan kerupuk beras merah yang dihasilkan.

### Uji DMRT

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{2,510997}{80}} = 0,177165$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
rp	2,77	2,92	3,02	3,09	3,15
Rp	0,4907	0,5173	0,5350	0,5474	0,5581

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,5000 <sup>a</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	4,6750 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,9000 <sup>ab</sup>
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,9125 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,9375 <sup>ab</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	5,2875 <sup>b</sup>

### 3. Perhitungan Anava Organoleptik Rasa Kerupuk Beras Merah

Ho = tidak ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada rasa kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Ha = ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada rasa kerupuk beras merah yang dihasilkan,

Panelis	Rasa					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
1	7	5	6	4	5	4
2	7	7	4	5	3	3
3	4	4	5	3	5	6
4	4	5	6	7	4	5
5	1	6	5	4	2	5
6	3	7	2	5	5	5
7	4	3	5	7	2	6
8	4	3	6	3	5	2
9	4	4	3	6	3	5
10	5	6	4	4	4	5
11	6	3	4	7	4	5
12	7	7	7	6	7	3
13	4	2	6	6	4	7
14	2	3	5	6	6	1

Panelis	Rasa					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
15	3	5	5	7	7	6
16	4	4	4	4	4	6
17	7	6	6	6	5	7
18	6	3	4	3	4	2
19	5	4	6	5	4	3
20	5	4	5	6	4	2
21	6	6	6	6	6	6
22	5	4	6	4	3	7
23	5	6	6	4	5	2
24	6	6	4	5	5	4
25	3	2	5	6	4	6
26	4	5	5	5	5	4
27	4	3	5	2	2	4
28	5	6	4	2	5	3
29	3	6	4	4	7	3
30	1	7	6	6	6	4
31	4	6	6	5	7	4
32	3	5	4	5	5	6
33	3	2	6	5	4	1
34	6	4	6	6	6	7
35	2	3	4	6	5	7
36	2	5	7	4	3	2
37	3	2	3	5	5	6
38	6	6	7	4	4	6
39	3	5	6	4	2	3
40	2	6	6	7	5	5
41	6	5	6	4	6	7
42	2	5	6	4	6	5
43	5	6	5	7	4	3
44	2	4	6	5	5	2
45	6	5	6	5	7	1
46	5	5	5	5	4	4
47	5	3	6	4	5	2
48	7	7	7	6	7	7
49	5	7	6	6	5	4
50	5	6	6	5	3	6
51	4	3	5	5	4	5
52	3	5	4	4	4	5

Panelis	Rasa					
	T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>
53	4	7	4	6	7	5
54	5	6	6	5	5	6
55	6	7	4	5	5	2
56	5	6	6	6	4	4
57	2	2	5	3	6	5
58	4	3	6	4	6	6
59	5	7	5	4	4	7
60	4	6	5	7	6	4
61	5	7	5	4	4	4
62	6	3	4	5	4	3
63	4	6	6	3	5	7
64	3	6	3	6	2	4
65	6	6	4	4	6	3
66	4	2	3	4	4	5
67	6	2	5	5	4	4
68	4	6	5	4	4	3
69	4	4	4	6	5	4
70	3	3	4	7	6	6
71	4	7	2	6	5	2
72	5	7	4	5	6	4
73	7	7	7	7	6	6
74	7	6	6	4	5	5
75	3	2	3	5	5	6
76	2	3	5	6	6	1
77	5	5	5	5	4	5
78	6	6	5	3	3	3
79	6	6	6	5	5	5
80	6	5	5	5	5	4
Jumlah	354	390	404	398	378	352
Rerata	4,425	4,875	5,05	4,975	4,725	4,4

### ANAVA

Sumber Variasi	db	JK	KT	F hitung	F tabel
Perlakuan	5	30,7667	6,1533	3,0032*	2,2330
Galat	474	971,2000	2,0490		
Total	479	1001,9670			

Kesimpulan:  $F_{hitung} > F_{tabel}$ , maka ada pengaruh perbedaan proporsi tapioka dan tepung beras merah terhadap kesukaan panelis pada rasa kerupuk beras merah yang dihasilkan.



**Uji DMRT**

$$S_y = \sqrt{\frac{KTG}{n}} = \sqrt{\frac{2,048945}{80}} = 0,1600369$$

$$R_p = r_p \times S_y$$

D	2	3	4	5	6
rp	2,77	2,92	3,02	3,09	3,15
Rp	0,4433	0,4673	0,4833	0,4945	0,5041

Proporsi Tapioka dan Tepung Beras Merah	Rata-rata
T <sub>50</sub> B <sub>50</sub>	4,4000 <sup>a</sup>
T <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	4,4250 <sup>a</sup>
T <sub>60</sub> B <sub>40</sub>	4,7250 <sup>ab</sup>
T <sub>90</sub> B <sub>10</sub>	4,8750 <sup>ab</sup>
T <sub>70</sub> B <sub>30</sub>	4,9750 <sup>b</sup>
T <sub>80</sub> B <sub>20</sub>	5,0500 <sup>b</sup>