



**KARAKTERISASI *FLAKES* PATI JAGUNG DENGAN
SUBSTITUSI TEPUNG BEKATUL STABILISASI
DAN TANPA STABILISASI PADA BERBAGAI
VARIASI KONSENTRASI**

SKRIPSI

Oleh

**Yogi Dwi Anggoro Putro
NIM 141710101049**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**KARAKTERISASI *FLAKES* PATI JAGUNG DENGAN
SUBSTITUSI TEPUNG BEKATUL STABILISASI
DAN TANPA STABILISASI PADA BERBAGAI
VARIASI KONSENTRASI**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar sarjana Teknologi Hasil Pertanian

Oleh

**Yogi Dwi Anggoro Putro
NIM 141710101049**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Yang Utama Dari Segalanya..

Ucapan syukur atas kuasa Allah SWT. Limpahan kasih sayang serta anugrah kemudahan yang telah diberikan kepada saya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar.

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya yang selalu mendoakan atas kelancaran saya dalam menyelesaikan studi.
2. Kakak saya yang selalu memberikan semangat untuk segera menyelesaikan studi.
3. Dosen pembimbing skripsi saya, Dr. Ir Herlina, M.P. dan Dr. Ir. Maryanto M.Eng. yang selalu membimbing serta memberikan ilmu demi kelancaran studi.
4. Keluarga besar THP A 2014 dan seluruh teman-teman THP angkatan 2014 yang telah memberikan bantuan dan dukungan dari awal hingga akhir terselesaikannya penelitian ini.
5. Dita Anggraini, Rio Bagus, Danang, Hamid, Ergi Guntara, Bagas Bayu Muhammad Dwi Nurcahyo, Oriza, Pungky dan Cahya Prana yang telah memberikan semangat serta dukungan kepada saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

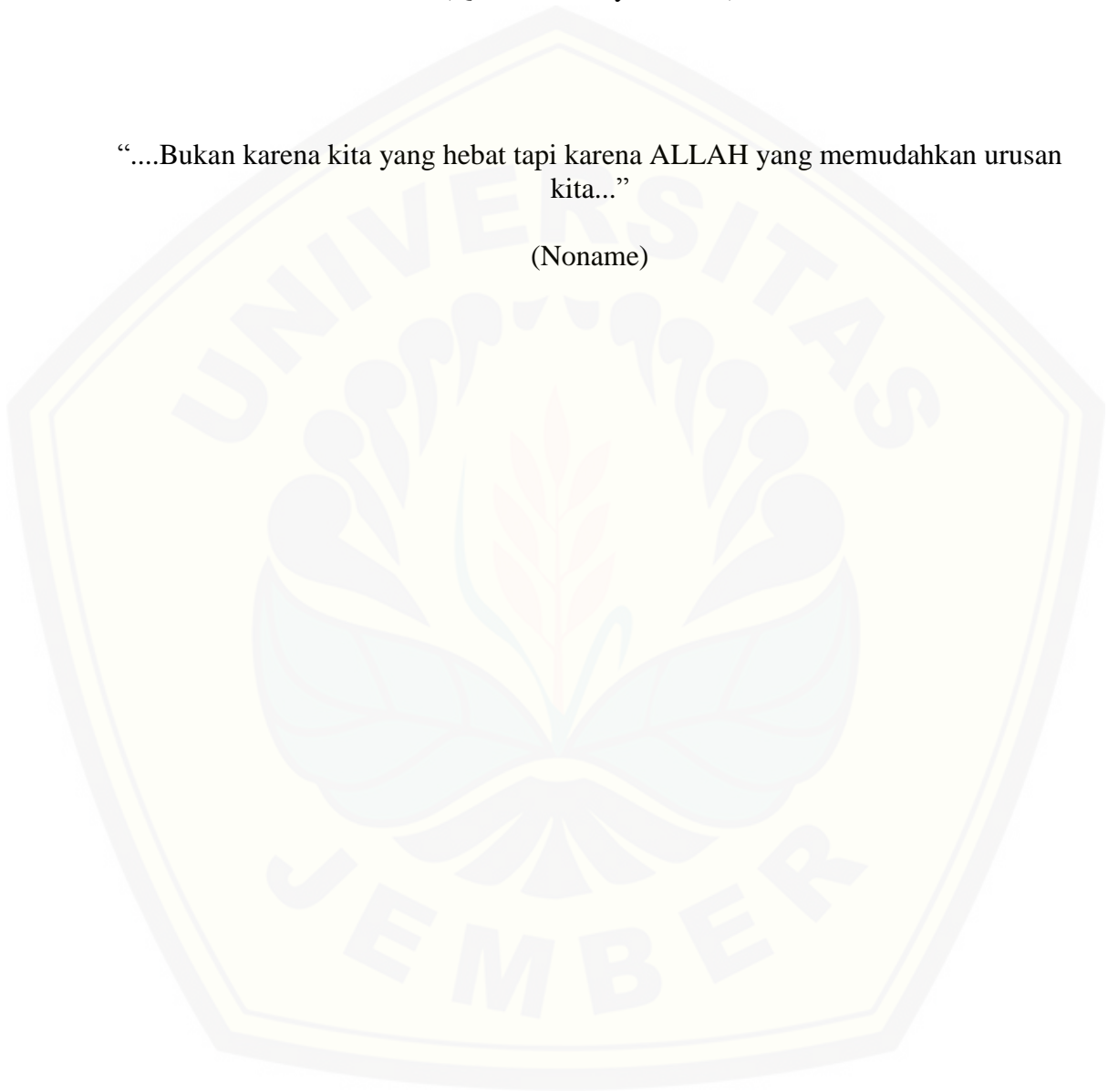
MOTTO

“...Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan...”

(Q.S 94 Al-Insyirah: 5-6)

“...Bukan karena kita yang hebat tapi karena ALLAH yang memudahkan urusan kita...”

(Noname)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yogi Dwi Anggoro Putro

NIM : 141710101049

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul **“Karakterisasi Flakes Pati Jagung dengan Substitusi Tepung Bekatul Stabilisasi dan Tanpa Stabilisasi pada Berbagai Variasi Konsentrasi”** adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pertanyaan ini tidak benar.

Jember, 18 Desember 2018

Yang menyatakan,

Yogi Dwi Anggoro Putro
NIM 141710101049

SKRIPSI

**KARAKTERISASI *FLAKES* PATI JAGUNG DENGAN
SUBSTITUSI TEPUNG BEKATUL STABILISASI
DAN TANPA STABILISASI PADA BERBAGAI
VARIASI KONSENTRASI**

Oleh

**Yogi Dwi Anggoro Putro
NIM 141710101049**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Herlina, M.P.

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Maryanto, M.Eng.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Karakterisasi *Flakes* Pati Jagung dengan Substitusi Tepung Bekatul Stabilisasi dan Tanpa Stabilisasi pada Berbagai Variasi Konsentrasi**” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember pada:

Hari : Selasa

Tanggal : 18 Desember 2018

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Herlina, M.P.
NIP. 196605181993022001

Dr. Ir. Maryanto, M.Eng.
NIP. 195410101983031004

Penguji Utama

Penguji Anggota

Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P.
NIP. 196808141998032001

Ardiyan Dwi M., S.TP., M.P.
NRP. 760016797

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M. Eng.
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

Karakterisasi *Flakes* Pati Jagung dengan Substitusi Tepung Bekatul Stabilisasi dan Tanpa Stabilisasi pada Berbagai Variasi Konsentrasi; Yogi Dwi Anggoro Putro; 141710101049; 2018; halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian; Fakultas Teknologi Pertanian; Universitas Jember.

Flakes merupakan salah satu olahan pangan cepat saji yang dinilai cukup praktis dan digemari oleh masyarakat. Bahan baku dalam pembuatan *flakes* biasanya berupa gandum, sedangkan Indonesia masih mengimpor bahan baku gandum. Alternatif bahan dalam pembuatan *flakes* adalah pati jagung dengan substitusi tepung bekatul. Pati jagung dan tepung bekatul dapat dimanfaatkan menjadi *flakes* karena memiliki kandungan gizi seperti protein, karbohidrat, lemak, serta serat yang cukup baik. Penggunaan tepung bekatul perlu dilakukan stabilisasi karena mudah mengalami ketengikan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui sifat fisik, kimia, dan organoleptik *flakes* pati jagung yang disubstitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi untuk menghasilkan *flakes* yang baik dan disukai.

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan rancangan acak lengkap dengan dua faktor. Faktor pertama jenis tepung bekatul, sedangkan faktor kedua substitusi tepung bekatul. Jenis tepung bekatul dibedakan menjadi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi, sedangkan substitusi tepung bekatul terdiri dari 3 taraf yaitu 10%, 20%, dan 30%. Parameter penelitian ini antara lain sifat fisik (daya patah dan daya rehidrasi), kimia (kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan kadar serat), organoleptik (warna, aroma, rasa, tekstur). Data sifat fisik dan kimia yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA dengan program SPSS dengan taraf signifikansi 5%, apabila berbeda nyata dilanjutkan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Data sifat organoleptik yang diperoleh dianalisis menggunakan *chi square*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *flakes* pati jagung dengan substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi berpengaruh nyata terhadap daya rehidrasi, kadar lemak, dan kadar serat *flakes* pati

jagung yang dihasilkan. Sedangkan pada substitusi tepung bekatul pada berbagai variasi konsentrasi berpengaruh nyata pada daya patah, daya rehidrasi, kadar protein, kadar lemak, dan kadar serat *flakes* pati jagung. *Flakes* pati jagung yang memiliki sifat baik dan disukai yaitu *flakes* dengan perlakuan A1B3 (jenis tepung bekatul tanpa stabilisasi dengan substitusi tepung bekatul 30%), dengan nilai kesukaan panelis terhadap parameter warna sebesar 96%, kesukaan aroma sebesar 88%, kesukaan rasa sebesar 88%, dan kesukaan tekstur sebesar 92%.



SUMMARY

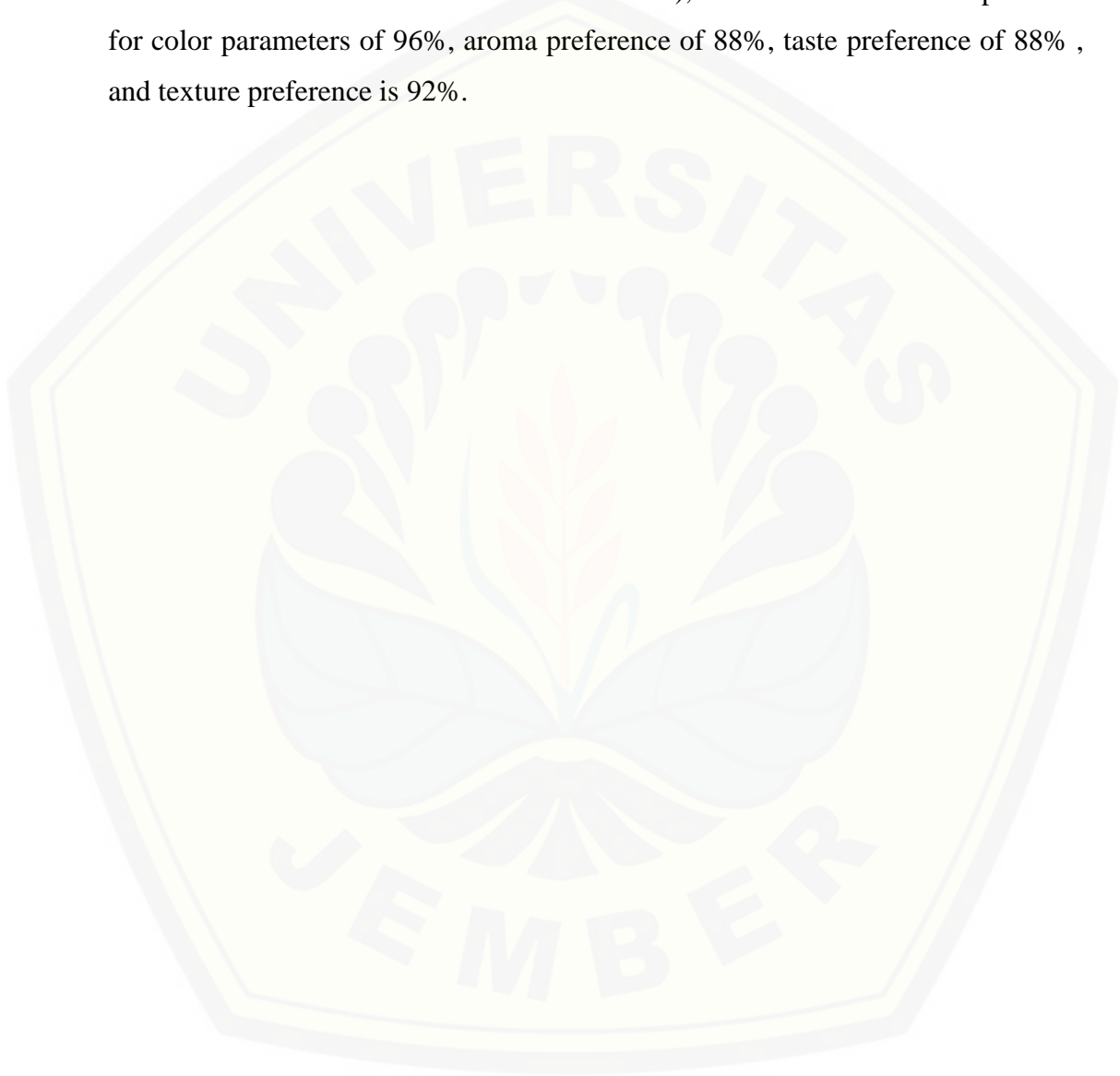
Characterization of Corn Starch Flakes with Substitution Bran Flour Stabilized and Without Stabilization in Various Variation Concentrations; Yogi Dwi Anggoro Putro; 141710101049; 2018; page; Department of Agricultural Product Technology; Faculty of Agricultural Technology; University of Jember.

Flakes are one of the fast-food processing products which are considered to be quite practical and favored by the community. The raw material in making flakes is usually in the form of wheat, while Indonesia still imports wheat raw materials. Alternative ingredients in making flakes are corn starch with the substitution of bran flour. Corn starch and bran flour can be used as flakes because they have good nutritional content such as protein, carbohydrates, fats, and fiber. The use of bran flour needs stabilization because it is easy to experience rancidity. The purpose of this study was to determine the physical, chemical, and organoleptic properties of flakes of corn starch substituted with rice bran flour stabilization and without stabilization at various concentrations to produce good and preferred flakes.

This research was carried out using a completely randomized design using two factors. The first factor is the type of bran flour, while the second factor is the substitution of bran flour. Types of bran flour are divided into stabilized bran flour and without stabilization, while the substitution of bran flour consists of 3 levels, namely 10%, 20%, and 30%. The parameters of this study include physical properties (fracture and rehydration power), chemistry (moisture content, protein content, fat content, and fiber content), organoleptic (color, aroma, taste, texture). Data on physical and chemical properties obtained were analyzed using ANOVA with the SPSS program with a significance level of 5%, if significantly different continued the LSD test (Smallest Significant Difference). Data on organoleptic properties obtained were analyzed using chi square.

The results showed that corn starch flakes with substitution of bran flour stabilization and without stabilization at various concentrations had a significant effect on the rehydration power, fat content, and levels of corn starch flakes

produced. While the substitution of rice bran flour in various concentrations significantly affected fracture, rehydration power, protein content, fat content, and fiber content of corn starch flakes. Flakes of corn starch which have good and preferred properties are flakes with treatment A1B3 (type of bran flour without stabilization with substitution of bran flour 30%), with a favorite value of panelists for color parameters of 96%, aroma preference of 88%, taste preference of 88% , and texture preference is 92%.



PRAKATA

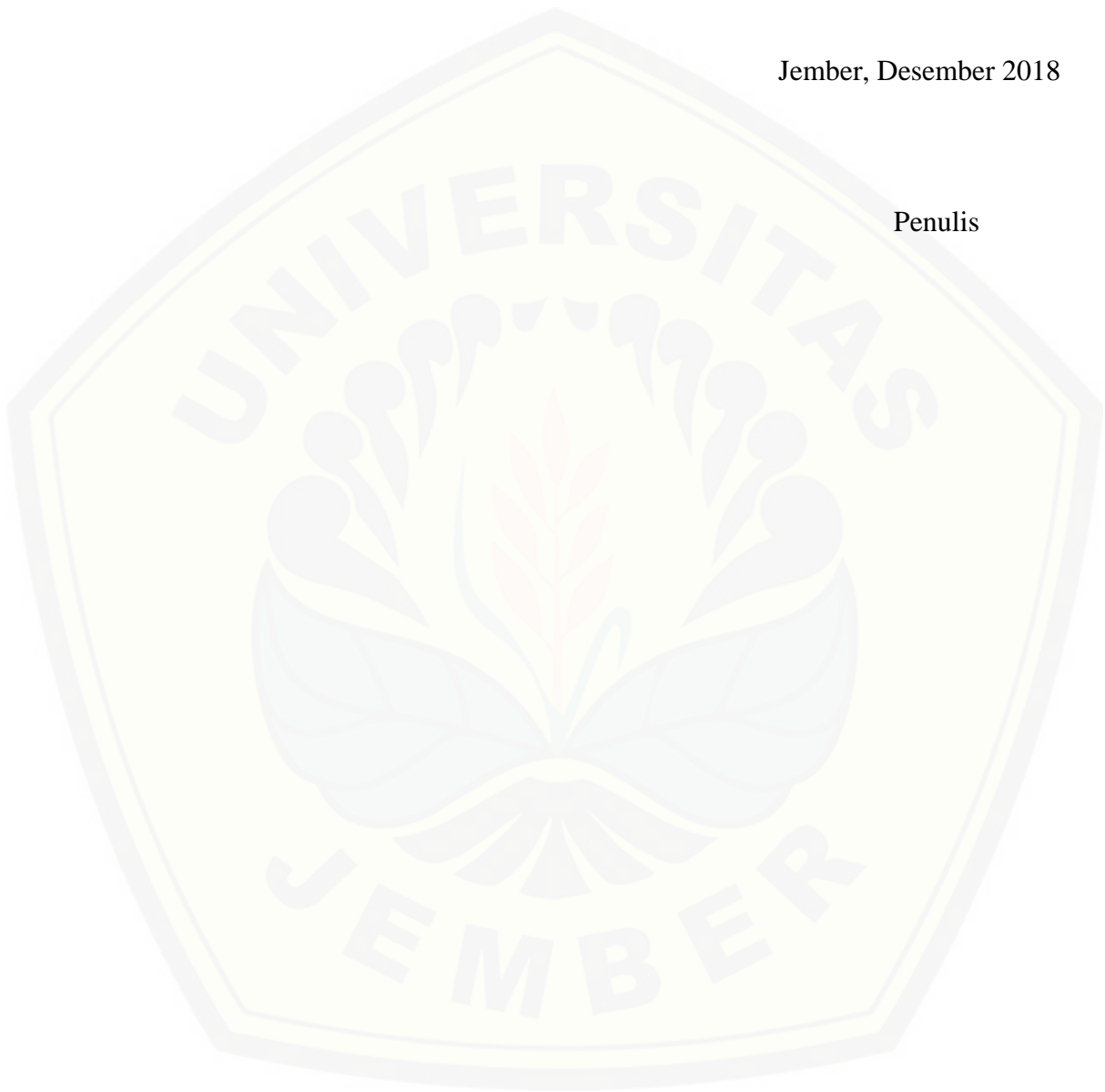
Sujud syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah, serta inayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Flakes Pati Jagung Dengan Substitusi Tepung Bekatul Stabilisasi Dan Tanpa Stabilisasi Pada Berbagai Variasi Konsentrasi” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata satu (S1) di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh sebab itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng selaku Dekan Teknologi Pertanian Universitas Jember.
2. Dr. Ir. Jayus selaku Ketua jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
3. Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku Dosen Pembimbing Akademik
4. Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Ir. Maryanto M.Eng selaku dosen pembimbing anggota yang selalu membimbing serta memberikan ilmu demi kelancaran studi.
5. Dr. Triana Lindriati S.T, M.P. dan Ardiyan Dwi Masahid S.TP, M.P selaku dosen penguji skripsi yang telah memberikan saran dan evaluasi demi perbaikan skripsi yang saya susun.
6. Kedua orang tua saya, dan kakak saya , yang selalu mendoakan atas kelancaran saya dalam menyelesaikan studi.
7. Rio Bagus yang telah menjadi sahabat yang rela diajak kemana-mana
8. Dita Anggraini yang telah menjadi support system disegala urusan penulis.
9. Teman-teman seperjuangan THP 2014, khususnya THP A 2014 yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian.
10. Seluruh pihak yang turut membantu dalam penyusunan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih terdapat banyak kekurangan dan belum dapat dikatakan sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak sangat diharapkan bagi sempurnanya laporan ini.

Jember, Desember 2018

Penulis

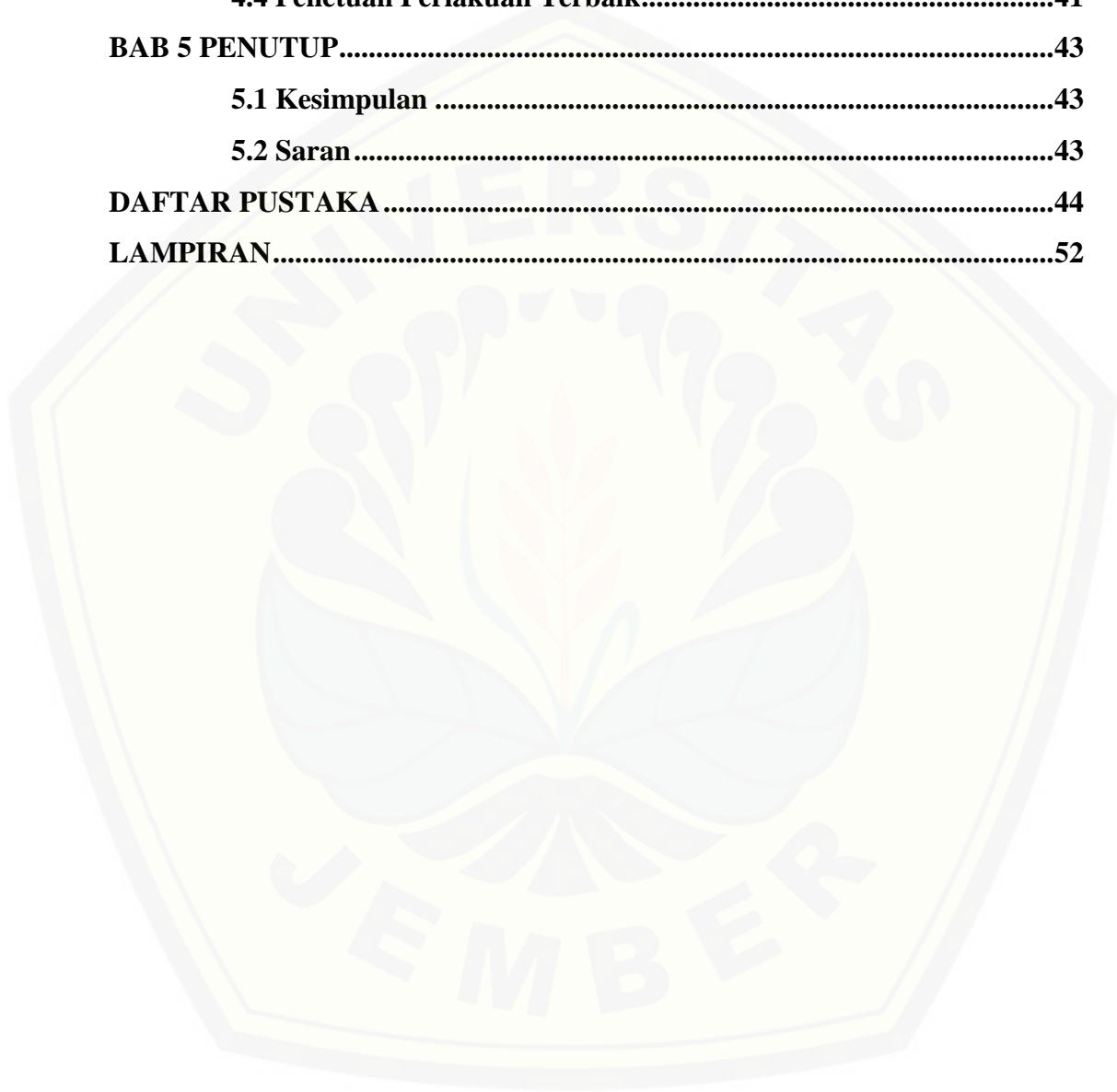


DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
HALAMAN RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 <i>Flakes</i>	4
2.2 Pati Jagung.....	4
2.3 Pembuatan Pati Jagung	5
2.4 Bekatul.....	8
2.5 Kerusakan Pada Bekatul	9
2.6 Stabilisasi Bekatul	10
2.7 Bahan Pembantu Dalam Pembuatan <i>Flakes</i> Pati Jagung	11
2.7.1 Air	11
2.7.2 Garam.....	12
2.7.3 Gula.....	12

2.7.4 Terigu	13
2.8 Pati	14
2.8.1 Amilosa	14
2.8.2 Amilopektin.....	15
2.9 Reaksi Selama Proses Pengolahan <i>Flakes</i> Pati Jagung.....	16
2.9.1 Gelatinisasi	16
2.9.2 Reaksi Maillard	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1 Alat penelitian	19
3.2.2 Bahan Penelitian.....	19
3.3 Rancangan Percobaan.....	19
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	20
3.4.1 Preparasi Tepung Bekatul	20
3.4.2 Pembuatan <i>Flakes</i>	21
3.5 Parameter Pengamatan.....	22
3.6 Prosedur Analisis.....	23
3.6.1 Pengujian Sifat Fisik	23
3.6.2 Pengujian Sifat Kimia	24
3.6.3 Uji Sifat Organoleptik <i>Flakes</i>	26
3.7 Analisis Data	27
BAB 4 PEMBAHASAN	28
4.1 Karakteristik Sifat Fisik <i>Flakes</i>	28
4.1.1 Daya Rehidrasi	28
4.1.2 Daya Patah.....	29
4.2 Karakteristik Kimia <i>Flakes</i> Bekatul.....	31
4.2.1 Kadar Air.....	31
4.2.2 Kadar Protein.....	32
4.2.3 Kadar Lemak	34
4.2.4 Kadar Serat.....	35
4.3 Karakteristik Sifat Organoleptik <i>Flakes</i> Bekatul.....	37

4.3.1 Tingkat Kesukaan Warna.....	37
4.3.2 Tingkat Kesukaan Aroma.....	38
4.3.3 Tingkat Kesukaan Rasa.....	39
4.3.4 Tingkat Kesukaan Tekstur.....	40
4.4 Penentuan Perlakuan Terbaik.....	41
BAB 5 PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	52



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi kimia pati jagung dalam 100 gram bahan.....	5
Tabel 2.2 Komposisi kimia bekatul dalam 100 gram bahan.....	9
Tabel 2.3 Komposisi kimia terigu per 100 gram Bahan	13
Tabel 3.1 Rancangan Penelitian.....	20
Tabel 4.1 Persentase tingkat kesukaan warna flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	37
Tabel 4.2 Persentase tingkat kesukaan aroma flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	39
Tabel 4.3 Persentase tingkat kesukaan rasa flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	40
Tabel 4.4 Persentase tingkat kesukaan tekstur flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	41
Tabel 4.5 Nilai uji skoring deskriptif	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Pembuatan Pati jagung	7
Gambar 2.2 Struktur Amilosa (Cui, 2005).....	15
Gambar 2.3 Struktur Amilopektin (Cui, 2005).....	16
Gambar 3.1 Prosedur preparasi bekatul (Tengah et al., 2011).....	21
Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan flakes	22
Gambar 4.1 Nilai daya rehidrasi flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	28
Gambar 4.2 Nilai daya patah flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	30
Gambar 4.3 Nilai kadar air flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	32
Gambar 4.4 Nilai kadar protein flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	33
Gambar 4.5 Nilai kadar lemak flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	34
Gambar 4.6 Nilai kadar serat flakes pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.....	36

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penganekaragaman pangan merupakan langkah yang dapat mengurangi ketergantungan konsumsi beras dan terigu sebagai bahan pangan utama yang banyak digunakan di Indonesia. Di Indonesia kebutuhan akan terigu semakin meningkat setiap tahunnya sehingga Indonesia harus mengimpor sekitar empat juta ton terigu setiap tahun (Suntoro, 2005). Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan meningkatkan pemanfaatan sumber daya alam dan hasil-hasil pertanian baik dalam hal penggunaan sumber pangan baru maupun usaha untuk diversifikasi pangan (Winarno, 2004). Penganekaragaman pangan diharap mampu mendorong masyarakat ke pola konsumsi yang tidak hanya tergantung pada bahan pangan tinggi karbohidrat.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan memanfaatkan jagung. Jagung merupakan komoditi tanaman pangan kedua setelah padi. Tahun 2015, produksi tanaman jagung di Indonesia mencapai 20,6 juta ton pipilan kering per tahun sedangkan kebutuhan jagung sebesar 19,43 juta ton atau surplus sebesar 1,17 ton pipilan kering (Dirjen Tanaman Pangan, 2015). Kandungan pati yang terkandung didalam jagung relatif tinggi yaitu sekitar 70 % dari bobot biji jagung, dan berpotensi mensubstitusi terigu maupun tapioka hingga 20-100 %. Sehingga pati jagung dapat dimanfaatkan dan digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan produk siap santap seperti *flakes*.

Flakes merupakan makanan sarapan siap saji yang berbentuk lembaran tipis berwarna kuning kecoklatan serta biasanya dikonsumsi dengan penambahan susu sebagai menu sarapan (Hildayati, 2012). *Flakes* banyak digemari oleh masyarakat karena kepraktisan dalam penyajiannya. *Flakes* digolongkan kedalam jenis makanan sereal siap santap yang telah diolah dan direkayasa menurut jenis dan bentuknya (Felicia, 2006)). *Flakes* yang akan dibuat dari pati jagung haruslah memiliki gizi yang cukup, maka perlu ditambahkan jenis bahan makanan lain yang memiliki serat pangan yang tinggi seperti pada tepung bekatul.

Bekatul merupakan hasil samping dari pengolahan padi yang pemanfaatannya masih sangat terbatas dan hanya digunakan sebagai pakan ternak. Penggilingan padi menghasilkan rendemen berupa sekam 20%, bekatul 8%, dan beras sosoh 70% (Orthofer, 2001). Kandungan serat pangan (dietary fiber) dalam bekatul sangat baik, yang berfungsi untuk memperlancar saluran pencernaan dan berperan terhadap penurunan kadar kolesterol darah (Setyowati *et al.*, 2008). Selain itu, peningkatan konsumsi serat juga dapat menurunkan tekanan darah, mengendalikan kadar gula darah dan berperan dalam penurunan berat badan serta fungsi imunitas (Puspitarini, dan Rahayuni, 2012). Bekatul juga mengandung antioksidan, multivitamin dan serat tinggi untuk penangkal penyakit degeneratif juga kaya akan pati, protein, lemak, vitamin dan mineral (Damayanthi, Tjing & Arbianto, 2007). Keunggulan ini dapat dijadikan dasar pemanfaatan tepung bekatul dalam pembuatan *flakes* pati jagung sebagai sumber serat.

Penggunaan tepung bekatul sebagai bahan substitusi pembuatan flakes pati jagung kaya serat memiliki kelemahan. Tepung bekatul mudah rusak oleh aktivitas hidrolitik dan oksidatif enzim lipase yang berasal dari dalam bekatul maupun aktivitas mikroba sehingga merusak senyawa bioaktif. Kerusakan bekatul terutama karena kandungan asam lemak tidak jenuhnya yang tinggi yang biasanya diawali dengan ketengikan (Auliana, 2011). Selain itu, bekatul mempunyai warna yang kurang menarik dan bau langu sehingga sifat organoleptiknya kurang diterima (Jubaidah, 2008). Untuk mencegah proses kerusakan tepung bekatul diperlukan proses stabilisasi dengan perlakuan panas. Stabilisasi dilakukan dengan pengovenan bekatul pada suhu 100-140°C selama 5 hingga 15 menit (Tengah *et al.*, 2011).

1.2 Perumusan Masalah

Flakes merupakan makanan siap saji berbentuk lembaran tipis berwarna kuning kecoklatan yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia karena kepraktisannya dalam penyajian. Pembuatan *flakes* pati jagung yang disubstitusikan dengan tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi akan diperoleh *flakes* pati jagung dengan sifat yang berbeda, sehingga

perlu diproduksi menggunakan metode pengolahan yang tepat. Proses stabilisasi dilakukan dengan tujuan menginaktivasi enzim penyebab kerusakan pada tepung bekatul. Hingga saat ini belum diketahui substitusi tepung bekatul yang tepat serta pengaruh stabilisasi tepung bekatul untuk menghasilkan flakes pati jagung dengan sifat fisik, kimia dan organoleptik yang baik dan disukai.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh sifat fisik, kimia, dan organoleptik *flakes* pati jagung yang disubstitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi.
2. Mengetahui jenis dan konsentrasi tepung bekatul yang tepat sebagai substitusi *flakes* pati jagung sehingga dihasilkan *flakes* yang baik dan disukai.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari pelaksanaan penelitian ini adalah:

1. Meningkatkan nilai mutu dan nilai ekonomis dari tepung bekatul sebagai substitusi olahan pangan yang bernilai gizi.
2. Menghasilkan makanan alternatif yang dapat dikonsumsi oleh semua kalangan umur.
3. Menghasilkan makanan cepat saji tanpa mengurangi pemenuhan kebutuhan tubuh akan gizi yang diperlukan.
4. Memberikan informasi cara pembuatan *flakes* pati jagung dengan substitusi tepung bekatul yang baik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Flakes

Flakes termasuk dalam kategori produk sereal siap santap yang dapat dikonsumsi secara langsung dengan atau tanpa penambahan susu (Tribelhorn, 1991). Menurut Herliana (2006), *flakes* memiliki beberapa karakteristik yaitu berbentuk lembaran, berwarna kuning kecoklatan, berbentuk oval, memiliki kemampuan rehidrasi, dan memiliki tekstur yang renyah. *Flakes* pada umumnya dikonsumsi sebagai sarapan pagi karena memiliki kadar karbohidrat yang tinggi. Menurut Moehji (2009), konsumsi karbohidrat di pagi hari sangat penting karena mikro nutrien dan glukosa dalam otak dapat terangsang oleh karbohidrat tersebut sehingga dapat dihasilkan energi dan dapat memacu kerja otak. *Flakes* juga diproduksi sebagai penunjang kesehatan karena berserat tinggi. Selain itu *flakes* juga mengandung vitamin dan mineral.

Bahan baku utama yang sering digunakan pada pengolahan *flakes* yang banyak beredar dipasaran adalah gandum atau biji jagung (Zilic, 2011). Bahan baku tersebut biasanya diolah secara utuh maupun ditepungkan terlebih dahulu (Bouvier, 2001). Menurut Lawess (1990), *flakes* terbuat dari bahan pangan serealialia seperti beras, gandum, jagung, dan umbi-umbian. Pada umumnya, *flakes* dibuat menggunakan gandum utuh atau biji jagung yang melalui proses pengolahan tertentu sehingga didapatkan produk dengan bentuk *flakes*.

2.2 Pati Jagung

Pati jagung merupakan salah satu bentuk hasil pengolahan biji jagung, pati jagung atau yang dikenal dengan nama dagang maizena merupakan pati yang berasal dari sari pati jagung dengan kandungan pati dan gluten yang tinggi (USDA, 2001). Pati jagung diperoleh dari hasil penggilingan basah dengan cara memisahkan komponen-komponen non-pati seperti serat kasar, lemak, dan protein (Merdiyanti, 2008).

Pembuatan pati jagung juga dapat dilakukan dengan penggilingan kering, dimana dalam penggilingan kering didapat bentuk produk butir utuh, butir tidak utuh, tepung kasar, dan tepung halus. Karakteristik fungsional pati untuk aplikasi bahan pangan sangat ditentukan oleh kandungan amilopektin dan amilosanya. Pati jagung mengandung 73% amilopektin dan 27% amilosa (Mauro *et al.*, 2003). Selain sebagai sumber energi pati juga berfungsi sebagai bahan baku atau bahan aditif dalam industri (Tjiptadi, *et.al.*, 1990) Pemilihan pati jagung dibanding pati jenis lain antara lain didasarkan atas pertimbangan ekonomi, serta tanaman jagung yang banyak ditemukan di Indonesia. Komposisi kimia pati jagung dalam 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1. Komposisi kimia pati jagung dalam 100 gram bahan

Kandungan	Jumlah
Air (g)	8,12
Protein (mg)	10,26
Karbohidrat (g)	76,89
Total Lemak (mg)	3,59
Serat Kasar (mg)	7,3
Abu (g)	1,13

Sumber : Suarni dan Widowati (2008)

2.3 Pembuatan Pati Jagung

Menurut Asmarajati (1999) penepungan adalah suatu proses penghancuran bahan pangan yang didahului suatu proses pengeringan menjadi butiran-butiran yang sangat halus, kering dan tahan lama, serta fleksibel dalam penggunaannya. Penggilingan biji jagung ke dalam bentuk tepung merupakan suatu proses memisahkan kulit, endosperma, lembaga dan tip cap.

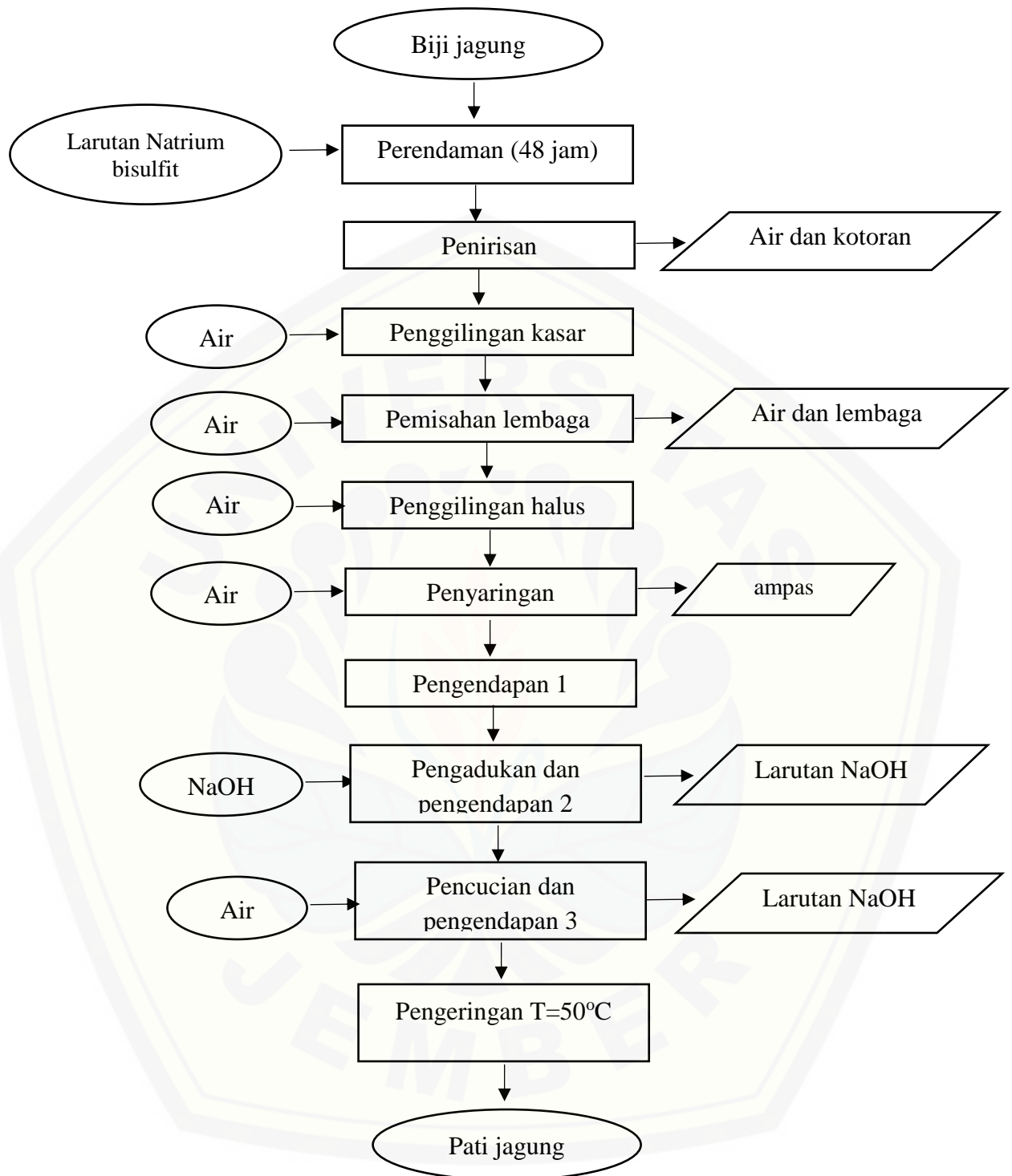
Proses pembuatan pati jagung diawali dengan proses pembersihan. Bahan baku yang masuk berupa jagung pipilan kering dibersihkan dengan memisahkan kotoran atau benda-benda asing yang turut bercampur dengan jagung pipilan secara manual. Tujuannya adalah untuk menjaga mutu pati jagung yang akan dihasilkan dengan persentase kotoran sekecil mungkin. Jagung pipilan yang telah dibersihkan ditampung di dalam wadah dan siap direndam.

Proses perendaman pipilan jagung dilakukan dengan perendaman dengan larutan natrium bisulfit dengan tujuan untuk melindungi zat gizi dari reaksi enzimatis *browning* sehingga dapat berpengaruh terhadap penampakan, rasa, dan aroma produk yang dihasilkan. Perendaman ini dilakukan selama 48 jam pada konsentrasi larutan 0,5 persen.

Proses selanjutnya adalah proses penirisan yang bertujuan untuk memisahkan fraksi larutan natrium bisulfit yang meresap kedalam jagung pipilan sehingga kadar air yang terkandung cukup besar selama perendaman akan berkurang. Penirisan ini dilakukan hingga kadar airnya seminimal mungkin sehingga memudahkan dalam proses penggilingan. Setelah jagung pipilan ditiriskan dilakukan penggilingan. Tujuan penggilingan untuk memperkecil ukuran dan memperbesar luas permukaan bahan sesuai dengan ukuran yang diinginkan sehingga akan mempermudah dalam proses ekstraksi pati melalui proses pengendapan.

Proses penyaringan dilakukan dengan melakukan penyaringan bahan bubuk jagung yang telah digiling diatas saringan dengan ukuran lubang 100 dan 200 mesh. Setelah proses penyaringan akan dihasilkan tepung jagung yang halus. Selanjutnya tepung jagung dimasukkan kedalam bak pengendapan yang telah berisi air. Tujuannya untuk memisahkan suspensi pati jagung dengan supernatan (larutan encer sisa pengendapan). Pengendapan dilakukan sebanyak 3 kali. Pengendapan pertama suspensi jagung masih banyak, dan setelah pengendapan ketiga suspensi semakin berkurang. Pada tahap akhir dilakukan pemisahan dengan menggunakan sentrifuse.

Pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven. Tujuan pengeringan adalah untuk menguapkan air yang terkandung dalam bahan sehingga dihasilkan pati jagung berbentuk tepung yang kering dengan kadar air rendah. Secara lengkap diagram alir pembuatan pati jagung dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Pembuatan Pati jagung

2.4 Bekatul

Bekatul merupakan hasil samping penggilingan gabah yang berasal dari berbagai varietas padi. Bekatul diperoleh melalui beberapa tingkatan dalam proses pengolahan gabah, yang mula-mula diperoleh dari beras pecah kulit dengan hasil ikutan sekam dan dedak kasar (Damardjati *et al.*, 1989). Namun karena alat penggilingan padi tidak memisahkan antara dedak dan bekatul maka umumnya dedak dan bekatul bercampur menjadi satu dan disebut dedak atau bekatul saja (Wulandari, 2010).

Setelah pengeringan pasca panen, kulit luar terlepas pada proses penggilingan pertama dan menghasilkan beras kecoklatan. Kemudian pada penggilingan kedua, lapisan kecoklatan tersebut lepas menghasilkan beras putih. Menurut Cheruvanky (2003), lapisan kecoklatan tersebut yang disebut bekatul. Padi hasil penggilingan biasanya menghasilkan 60 – 66 % beras, 5 – 8 % menir, serta 8 – 12% bekatul. Bekatul atau dedak halus merupakan bagian dedak yang telah lolos ayakan 60 mesh.

Di Indonesia bekatul melimpah namun pemanfaatan bekatul hingga saat ini dirasa belum maksimal dikarenakan penggunaannya hanya sebatas pakan ternak. Departemen Pertanian (2002) juga menyatakan bahwa ketersediaan bekatul di Indonesia cukup banyak dan mencapai 4.5-5 juta ton setiap tahunnya. Sebenarnya bekatul dapat dijadikan sebagai bahan baku di industri makanan dan industri farmasi dilihat dari kandungan gizi yang cukup melimpah pada bekatul. Menurut Ardiansyah (2004), nilai gizi dari bekatul sangat baik, kaya akan vitamin B, vitamin E, asam lemak esensial, serat pangan, protein, oryzanol, dan asam ferulat. Bekatul mengandung komponen antioksidan lebih dari 100 jenis, misalnya *Gamma Oryzanol* (2200 - 3000 ppm), *Tocopherols* dan *Tocotrienols* (220 - 320 ppm), *Phytosterols* (2230 - 4400 ppm), karotenoid (0,9 - 1,6 ppm), Vitamin B (*Thiamin*, 22 - 31 ppm) (Helal, 2005). Namun demikian menurut Ardiansyah (2004), menambahkan bahwa komposisi fitokimia bekatul bervariasi tergantung pada varietas padi. Komposisi kimia bekatul secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2. 2 Komposisi kimia bekatul dalam 100 gram bahan

Zat Gizi	Kadar
Air	6,1 g
Energi	316 Kkal
Protein	13,3 g
Serat	21 g
Lemak	20,8 g
Karbohidrat	49,7 g
Abu	6,1 g
Kalsium	57 mg
Fosfor	1667 mg
Seng	6 mg
Thiamin	2,8 mg
Riboflavin	0,3 mg
Niasin	34 mg

Sumber: Putri (2012)

2.5 Kerusakan Pada Bekatul

Reaksi ketengikan pada bekatul disebabkan adanya proses hidrolisis dan oksidasi. Proses hidrolisis dengan katalis lipase yang ditandai peningkatan asam lemak bebas (ALB) hanya sedikit memberikan perubahan aroma bekatul. Hasil proses hidrolisis yang berupa ALB dioksidasi melalui proses enzimatik maupun non enzimatik menghasilkan peroksida. Peroksida merupakan senyawa yang labil dan akan terurai menjadi senyawa rantai karbon yang lebih pendek. Senyawa karbon rantai pendek yang terbentuk meliputi alkohol, aldehid, dan keton, menyebabkan bau tengik (Hamilton, 1983).

Pada biji padi, lipase tidak aktif (*dormant*) karena tidak kontak dengan bahan (minyak). Lipase berada di bagian telta dan minyak berada dilapisan aleuron dan embrio. Proses penggilingan menyebabkan terjadinya pencampuran di permukaan sehingga minyak bercampur lipase, sehingga terjadi proses hidrolisis trigliserida menjadi asam lemak bebas (ALB). Lipase yang dihasilkan oleh jamur dan bakteri juga akan bereaksi dengan minyak bekatul setelah penggilingan dan selanjutnya terjadi hidrolisis (Champagne, 1994). Minyak dalam bekatul

mengandung 2-4 % ALB, setelah proses penggilingan terjadi kenaikan kadar ALB (Orthofer, 2001).

Aktivitas lipase sangat bergantung pada suhu penyimpanan dan kelembaban (Orthofer, 2001). Suhu optimal aktifitas lipase adalah 35–40°C. Penyimpanan dalam keadaan panas dan kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan ALB sebesar 5-10 % perhari dan 70 % dalam satu bulan. Aktivitas lipase menurun pada suhu rendah dan berhenti saat disimpan dibawah suhu beku (Champagne, 1994).

Bekatul juga mengandung *lipoxigenase* dan *peroxigenase*, keduanya mempunyai pengaruh negatif saat terjadi oksidasi dibekatul. Aktivitas kedua enzim tersebut mendegradasi minyak dalam bekatul, menghasilkan peningkatan nilai peroksida, penurunan kadar iodin, dan peningkatan kadar asam barbiturat. *Lipoxigenase* dan *peroxidase* menjadi inaktif seiring ketidakaktifan lipase, sehingga dapat digunakan sebagai alat untuk mengukur aktivitas lipase. Lipase dapat membuat bekatul menjadi tengik melalui proses hidrolisis dan *lipoxigenase* meningkatkan ALB yang menghasilkan bau tengik. Perubahan bau pada bekatul menunjukkan peningkatan ALB (Orthofer, 2001).

2.6 Stabilisasi Bekatul

Stabilisasi bekatul dilakukan dengan prinsip meniadakan aktivitas lipase dengan cara merubah susunan molekul enzim sehingga tidak dapat berfungsi sebagai mana mestinya. Proses inaktivasi lipase harus menyeluruh, tidak bersifat balik (*reversible*) dan disaat bersamaan kandungan komponen berharga harus dijaga. Metode stabilisasi bekatul dapat dilakukan dengan pemanasan kering, pemanasan basah, dan ekstrusi. Suhu stabilisasi bervariasi dari 100-140°C. Bekatul dipanaskan 3-5 menit setelah untuk meyakinkan inaktivasi lipase. Pemanasan basah lebih efektif untuk stabilisasi bekatul yang bertujuan untuk ekstraksi minyak dibandingkan pemanasan kering. Lipase diinaktifkan selama 3 menit pada suhu 100°C. Peralatan yang dapat digunakan adalah *steam cooker*, *blancer*, autoklaf dan *screw extruder* yang diinjeksikan dengan uap dan air (Orthofer 2005).

Menurut Damayanthi (2002) stabilisasi bekatul dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 1 jam menghasilkan bekatul dengan kadar asam lemak bebas yang rendah yaitu 0,89% dengan nilai TBA 0,15 mg malonaldehid/kg sampel dan kerusakan tokoferol yang minimal dengan jumlah yang tidak berbeda nyata dengan kontrol.

Menurut Yuniarrahani (2001) stabilisasi bekatul dengan metode penyangraian dapat dilakukan pada suhu 130°C selama 3 menit kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 10 menit. Nilai TBA pada kondisi ini adalah 0,46 mg malonaldehid/kg sampel. Penilaian organoleptik terhadap produk yang dihasilkan adalah coklat tua, kering, dan berbau harum. Sementara itu, penyangraian dalam waktu yang lebih lama akan menimbulkan bau gosong. Lebih lanjut dikatakan, pada metode stabilisasi bekatul dengan pengukusan diperoleh kondisi optimum yaitu pada suhu 100°C selama 10 menit dengan nilai TBA 0,43 mg malonaldehid/kg sampel. Menurut SNI 01-2352-1991 tentang penentuan angka TBA, produk yang kualitasnyamasih baik mempunyai nilai TBA < 3 mg malonaldehid/kg sampel.

Metode stabilisasi bekatul yang lain adalah dengan menggunakan oven. Oven adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk memanaskan ataupun mengeringkan. Oven dapat digunakan dalam menstabilisasikan bekatul karena panas oven dapat menginaktifkan enzim lipase dan menurunkan kadar air dari bekatul tersebut. Stabilisasi bekatul dengan metode pengovenan telah dilakukan oleh Tengah *et al.*, (2011) yang melaporkan bahwa suhu dan waktu terbaik dalam menstabilkan bekatul beras merah yang diperoleh dari kabupaten Tabanan adalah 100°C selama 15 menit. Pengovenan pada suhu dan waktu tersebut diperoleh peningkatan nilai TBA yang paling rendah setelah masa inkubasi selama 28 hari pada suhu 37°C yaitu sebesar 11,43%.

2.7 Bahan Pembantu Dalam Pembuatan *Flakes* Pati Jagung

2.7.1 Air

Air merupakan salah satu bahan yang diperlukan untuk pembentukan adonan yang diinginkan (Winarno, 2004). Suhu air yang digunakan dalam

pencampuran berpengaruh terhadap sifat adonan (Hummel, 1986). Pencampuran dengan air panas mengakibatkan terjadinya gelatinisasi pati, sehingga dapat mengembangkan daya adhesi adonan (Hulse, *et al.*, 1980). Air dalam adonan juga berfungsi sebagai pembentuk konsistensi adonan yang diinginkan (Winarno, 2004).

2.7.2 Garam

Garam yang pada umumnya digunakan dalam kebutuhan sehari-hari atau dalam pengolahan makanan ringan adalah garam dapur dengan nama kimia Natrium Klorida. Garam atau NaCl (garam dapur) merupakan komponen bahan makanan yang penting dalam mengembangkan flavor (Kent, 1980).

Pada umumnya garam yang digunakan berkisar antara 1 – 2,5% dari berat bahan pangan yang akan diolah. Meskipun penambahan garam dalam jumlah yang kecil dibanding bahan utama, namun garam dapat memberikan pengaruh dalam produk yang dihasilkan (Wallington, 1993).

2.7.3 Gula

Gula merupakan suatu karbohidrat sederhana karena dapat larut dalam air dan langsung diserap tubuh untuk diubah menjadi energi (Darwin, 2013). Secara umum gula dibedakan menjadi dua yaitu :

a. Monosakarida

Sesuai dengan namanya mono yang berarti satu, yang berarti terbentuk dari satu molekul gula. Yang termasuk dalam monosakarida yaitu glukosa, fruktosa, galaktosa.

b. Disakarida

Disakarida berarti terbentuk dari dua molekul gula. Yang termasuk disakarida yaitu sukrosa (glukosa dan fruktosa), laktosa (glukosa dan galaktosa), dan maltosa (gabungan dari dua glukosa).

Penambahan gula pada bahan pangan berpengaruh terhadap kekentalan gel dan adanya gula meningkatkan cita rasa pada makanan. Tingginya kadar gula dapat menghambat gelatinisasi pati (Bennion, 1980). Gula juga berpartisipasi dalam reaksi pencoklatan non enzimatis. Gula juga berperan pada pembentukan warna serta dapat memberikan aroma.

2.7.4 Terigu

Terigu merupakan tepung yang berasal dari endosperma biji gandum *Triticum aestivum L. (club wheat)* dan atau *Triticum compactum* atau campuran keduanya dengan penambahan Fe, Zn, vitamin B1, vitamin B2 dan asam folat sebagai fortifikan (BSNI, 2009). Tepung terigu dibuat dengan cara menggiling biji gandum. Kandungan nutrisi terigu tersusun atas 67-70% karbohidrat, 10-14% protein, dan 1-3% lemak (Fitasari, 2009).

Komponen utama yang terkandung di dalam terigu seperti protein, lemak, kalsium, fosfor, besi dan vitamin A cukup tinggi. Banyaknya kandungan komponen utama dapat dilihat pada Tabel.2.3.

Tabel 2. 3 Komposisi kimia terigu per 100 gram Bahan

Komponen	Jumlah
Kalori (kal)	332
Protein (g)	9,61
Lemak (g)	1,95
Karbohidrat (g)	74,48
Kalsium (mg)	33
Fosfor (mg)	323
Besi (mg)	3,71
Vitamin A (IU)	9
Vitamin C (mg)	0,0
Air (g)	12,42

Sumber: USDA, 2014

Kandungan utama yang membuat terigu lebih unggul dari tepung jenis lain adalah gluten. Gluten merupakan protein yang tidak larut dalam air dan berfungsi sebagai pembentuk kerangka sehingga adonan mampu dibuat lembaran, digiling ataupun mengembang (Pomeranz dan Meloan, 1971). Gluten adalah senyawa protein yang berasal dari terigu berkadar protein tinggi. Penggunaan gluten sebagai salah satu alternatif bahan pangan bagi kaum vegetarian didasarkan atas sifat elastisitas yang dimilikinya. Gluten tersebut terdiri dari gliadin (20-25%) dan glutenin (35-40%) yang menghasilkan sifat viskoelastis (Fitasari, 2009). Protein

jenis ini tergolong dalam protein fibriler/skleroprotein, sehingga dapat membentuk tekstur berserat pada pangan olahannya (Winarno, 2004).

Elastisitas gluten dalam proses pengolahan akan menghasilkan karakter kenyal pada hasil produk akhirnya (Novita dan Pangesthi, 2014). Gluten merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan daging tiruan. Karakter kenyal ini menyerupai karakter yang dimiliki pada pangan protein hewani. Keunggulan daging tiruan dengan penambahan gluten diantaranya yaitu lebih aman dari kontaminasi bakteri maupun virus yang sering menyerang hewan ternak dan tahan lama disimpan tidak cepat membusuk (Novita dan Pangesthi, 2014).

Menurut Astawan (2006) dan Rustandi (2011), terigu dibedakan menjadi 3 berdasarkan kandungan glutennya, yaitu:

- a) Hard flour, memiliki kadar protein sebesar 12-13% yang memungkinkan tepung mudah dicampur dan difermentasikan, daya serap air tinggi, elastis, dan mudah digiling. Tepung ini cocok digunakan untuk membuat roti dan mie berkualitas tinggi.
- b) Medium flour, memiliki kadar protein sebesar 9,5-11%. Tepung ini merupakan campuran dari hard flour dan soft flour. Tepung ini cocok untuk dibuat roti, mi, kue, dan biskuit.
- c) Soft flour, memiliki kadar protein sebesar 7-8,5%. Tepung jenis ini memiliki daya serap air yang rendah, tidak elastis, sukar diuleni dan daya pengembangnya rendah. Tepung ini cocok digunakan untuk membuat mie kering, biskuit, pastel.

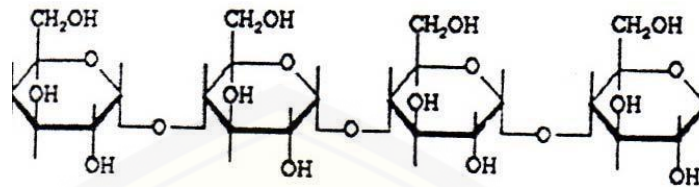
2.8 Pati

Pati merupakan polisakarida kompleks yang tersusun atas satuan glukosa yang saling berikatan dengan ikatan 1,4 glukosa secara alami. Pada umumnya pati terdiri dari 2 tipe komponen, yang terpisah satu dengan yang lainnya, yaitu amilosa dan amilopektin (Kirk and Othmer, 1954).

2.8.1 Amilosa

Di dalam amilosa, molekul-molekul glukosa saling bergandengan melalui gugus glukopiranosida α -1,4 ; berbeda dengan pada selulosa yang saling bergandengan melalui gugus glukopiranosida β -1,4. Pada hidrolisis, amilosa

menghasilkan maltose disamping glukosa dan oligosakarida lainnya. Rumus bangun amilosa dapat dilihat pada Gambar 2.2

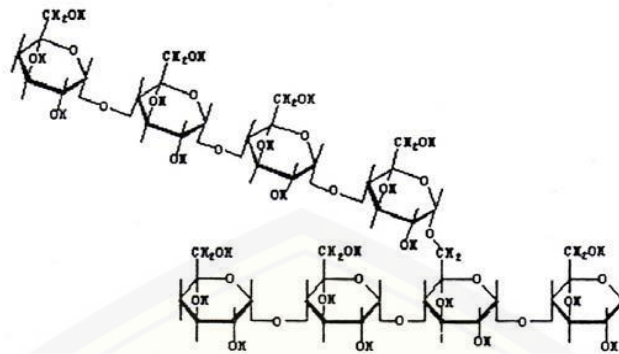


Gambar 2. 2 Struktur Amilosa (Cui, 2005)

Menurut Taggart (2004), amilosa memiliki kemampuan membentuk kristal karena struktur rantai polimernya yang sederhana. Strukturnya yang sederhana ini dapat membentuk interaksi molekular yang kuat. Interaksi ini terjadi pada gugus hidroksil molekul amilosa. Pembentukan ikatan hidrogen ini lebih mudah terjadi pada amilosa daripada amilopektin. Kadar amilosa yaitu banyaknya amilosa yang terdapat di dalam Granula pati. Amilosa sangat berperan pada saat proses gelatinisasi dan lebih menentukan karakteristik pasta pati. Pati yang memiliki amilosa yang tinggi mempunyai kekuatan ikatan hidrogen yang lebih besar karena jumlah rantai lurus yang besar dalam granula, sehingga membutuhkan energi yang besar untuk gelatinisasi (Sunarti *et al.*, 2007).

2.8.2 Amilopektin

Pada amilopektin, sebgaiian dari molekul-molekul glukosa di dalam rantai percabangannya saling berikatan melalui gugus α -1,6. Ikatan α -1,6 sangat sukar diputuskan, lebih-lebih jika dihidrolisis memakai katalisator asam. Untuk kepentingan tumbuh-tumbuhan itu sendiri, cadangan pati di dalam sel-sel penyimpanannya dapat diuraikan kembali menjadi glukosa untuk kemudian dikonversikan menjadi energi. Pada saat yang tepat, tubuh tanaman akan mensintesa α -amilase, β -amilase, dan R-enzim semuanya secara bersama-sama bertugas memutus ikatan-ikatan rantai pati menjadi molekul-molekul glukosa bebas (Kirk and Othmer, 1954). Rumus bangun amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Struktur Amilopektin (Cui, 2005)

Pada dasarnya, struktur amilopektin sama seperti amilosa, yaitu terdiri dari rantai pendek α -(1,4)-D-glukosa dalam jumlah yang besar. Perbedaannya ada pada tingkat percabangan yang tinggi dengan ikatan α -(1,6)-D-glukosa dan bobot molekul yang besar. Amilopektin juga dapat membentuk kristal, tetapi tidak sereaktif amilosa. Hal ini terjadi karena adanya rantai percabangan yang menghalangi terbentuknya kristal.

Amilopektin memiliki rantai cabang yang panjang memiliki kecenderungan yang kuat untuk membentuk gel. Viskositas amilopektin akan meningkat apabila konsentrasinya dinaikkan (0 - 3 %). Akan tetapi hubungan ini tidak linier, sehingga diperkirakan terjadi interaksi atau pengikatan secara acak diantara molekul-molekul cabang (Jane dan Chen, 1992).

2.9 Reaksi Selama Proses Pengolahan *Flakes* Pati Jagung

2.9.1 Gelatinisasi

Gelatinisasi merupakan proses pembengkakan granula pati ketika dipanaskan dalam media air. Granula pati tidak larut dalam air dingin, tetapi granula pati dapat mengembang dalam air panas. Naiknya suhu pemanasan akan meningkatkan pembengkakan granula pati. Pembengkakan granula pati menyebabkan terjadinya penekanan antara granula pati dengan lainnya. Mula-mula pembengkakan granula pati bersifat reversible (dapat kembali ke bentuk awal), tetapi ketika suhu tertentu sudah terlewati, pembengkakan granula pati menjadi irreversible (tidak dapat kembali). Kondisi pembengkakan granula pati yang bersifat irreversible ini disebut dengan gelatinisasi, sedangkan suhu terjadinya

peristiwa ini disebut dengan suhu gelatinisasi. Suhu gelatinisasi tepung tapioka berada pada kisaran 52-64°C (Pomeranz, 1991).

Suhu gelatinisasi dipengaruhi oleh ukuran granula pati. Semakin besar ukuran granula memungkinkan pati lebih mudah dan lebih banyak menyerap air sehingga mudah membengkak menyebabkan pati lebih mudah mengalami gelatinisasi (suhu gelatinisasi relatif rendah) (Purnamasari *et al.*, 2010). Selain itu, suhu gelatinisasi tergantung juga pada konsentrasi pati. Makin kental larutan, suhu tersebut makin lambat tercapai, sampai suhu tertentu kekentalan tidak bertambah, bahkan kadang-kadang turun. Konsentrasi terbaik untuk membuat larutan gel pati jagung adalah 20%. Makin tinggi konsentrasi, gel yang terbentuk makin kurang kental dan setelah beberapa waktu viskositas akan turun.

Suhu gelatinisasi berbeda-beda bagi tiap jenis pati dan merupakan suatu kisaran. Dengan viskometer suhu gelatinisasi dapat ditentukan, misalnya pada jagung 62-70°C, beras 68-78°C, gandum 54,5-64°C, kentang 58-66°C, dan tapioka 52-64°C. Selain konsentrasi, pembentukan gel dipengaruhi oleh pH larutan. Pembentukan gel optimum pada pH 4-7. Bila pH terlalu tinggi, pembentukan gel makin cepat tercapai tapi cepat turun lagi, sedangkan bila pH terlalu rendah terbentuknya gel lambat dan bila pemanasan diteruskan, viskositas akan turun lagi. Pada pH 4-7 kecepatan pembentukan gel lebih lambat dari pada pH 10, tapi bila pemanasan diteruskan, viskositas tidak berubah (Winarno, 2004).

Proses gelatinisasi melibatkan peristiwa-peristiwa sebagai berikut, hidrasi dan swelling (pengembangan) granula, hilangnya sifat birefringent, peningkatan kejernihan, peningkatan konsistensi dan pencapaian viskositas puncak, pemutusan molekul-molekul linier dan penyebarannya dari granula yang telah pecah (Pomeranz, 1991).

2.9.2 Reaksi Maillard

Reaksi Maillard merupakan pencoklatan (browning) makanan pada pemanasan atau pada penyimpanan, biasanya diakibatkan oleh reaksi kimia antara gula reduksi, terutama D- glukosa, dengan asam amino bebas atau gugus amino bebas dari suatu asam amino yang merupakan bagian dari suatu rantai protein terutama ϵ -amino dari lisin dan α -amino dari asam amino N-terminal (Ubadillah

dan Hersoelistyorini, 2010). Reaksi Maillard (pencoklatan) merupakan reaksi antara karbohidrat terutama gula pereduksi dengan gugus amin bebas dari protein yang menghasilkan senyawa hidrosimetilfurfural yang kemudian berlanjut menjadi furfural dan berpolimer membentuk senyawa melanoidin yang berwarna kecoklatan (Winarno, 2004). Pengolahan dengan suhu tinggi dapat menurunkan nilai gizi yang terkandung dalam suatu bahan pangan karena dalam pengolahan yang melibatkan pemanasan yang tinggi karbohidrat dan protein akan mengalami karamelisasi (pencoklatan non enzimatis) (Ubadillah dan Hersoelistyorini, 2010). Gugus amino diperoleh dari hasil pemecahan protein yang ada. Gugus amino protein akan bereaksi dengan gugus aldehid atau keton dari gula pereduksi sehingga menghasilkan warna coklat (Subagio et al., 2002). Kecepatan reaksi Maillard dapat dipengaruhi oleh suhu dan lama pemanasan (Ubadillah dan Hersoelistyorini, 2010). Menurut Winarno (2004), menyatakan bahwa, pada reaksi Maillard gugus karbonat dari glukosa bereaksi dengan nukleofilik gugus amino dari protein yang menghasilkan warna khas (coklat).

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Pangan Hasil Pertanian dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga Agustus 2018.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

Alat yang digunakan dalam pembuatan *flakes* bekatul yaitu kompor gas (rinai), panci, oven listrik (J.P SELECTA 08630 ABRERA ESPANA), baskom plastik, *noodle maker*, gelas ukur 500 ml (pyrex), Loyang *stainless steel*, spatula kayu, dan ayakan 60 mesh. Sedangkan alat yang digunakan dalam analisis yaitu timbangan analitik (ohaus BSA 224), desikator, cawan porselin, erlenmeyer, pengaduk, tabung reaksi, corong, kertas saring, *tensile strength*, labu kjeldahl dan perangkat alat ekstraksi soxhlet.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu bekatul, pati jagung, terigu cap segitiga, garam cap kapal, dan gula yang diperoleh di Pasar Tanjung Jember. Sedangkan bahan yang digunakan untuk analisis yaitu aquadest, NaOH 40%, H₂SO₄ 98%, selenium, HCL 0,1 N, etanol 95 %, indikator metil biru (MB) dan metil merah (MM), dan indikator PP.

3.3 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu jenis tepung bekatul, sedangkan faktor kedua yaitu substitusi tepung bekatul (10%, 20%, 30%). Setiap perlakuan dilakukan tiga kali pengulangan.. Faktor yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. Faktor A : Jenis tepung bekatul
- A 1 : Tepung bekatul tanpa stabilisasi
 - A 2 : Tepung bekatul stabilisasi
- b. Faktor B : Substitusi tepung bekatul
- B 1 : Tepung Bekatul 10%
 - B 2 : Tepung Bekatul 20%
 - B 3 : Tepung Bekatul 30%

Tabel 3. 1 Rancangan Penelitian

Faktor Stabilisasi	Formulasi tepung bekatul : tepung jagung		
	B 1	B 2	B 3
A 1	A1 B1	A1 B2	A1 B3
A 2	A2 B1	A2 B2	A2 B3

A1 B1 = Bekatul tanpa stabilisasi, substitusi tepung bekatul 10%

A1 B2 = Bekatul tanpa stabilisasi, substitusi tepung bekatul 20%

A1 B3 = Bekatul tanpa stabilisasi, substitusi tepung bekatul 30%

A2 B1 = Bekatul stabilisasi, substitusi tepung bekatul 10%

A2 B2 = Bekatul stabilisasi, substitusi tepung bekatul 20%

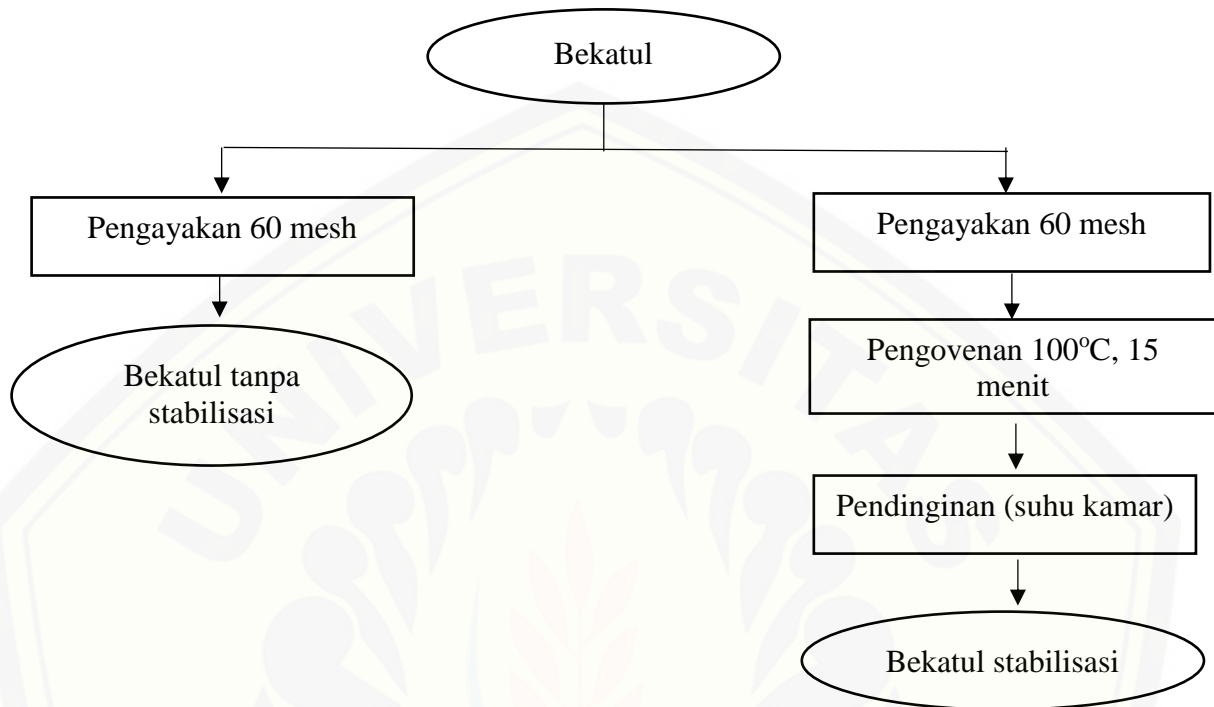
A2 B3 = Bekatul stabilisasi, substitusi tepung bekatul 30%

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Preparasi Tepung Bekatul

Langkah pertama dalam preparasi tepung bekatul yaitu melakukan pengayakan bekatul menggunakan ayakan 60 mesh untuk memisahkan kotoran berupa kerikil, pasir, logam yang terbawa. Setelah mendapatkan tepung bekatul yang lolos ayakan 60 mesh selanjutnya dilakukan stabilisasi menggunakan oven pada suhu 100°C selama 15 menit. Hal ini dilakukan untuk menginaktivasi enzim *lipase* pada bekatul karena kandungan lemak pada bekatul cukup tinggi yang dapat

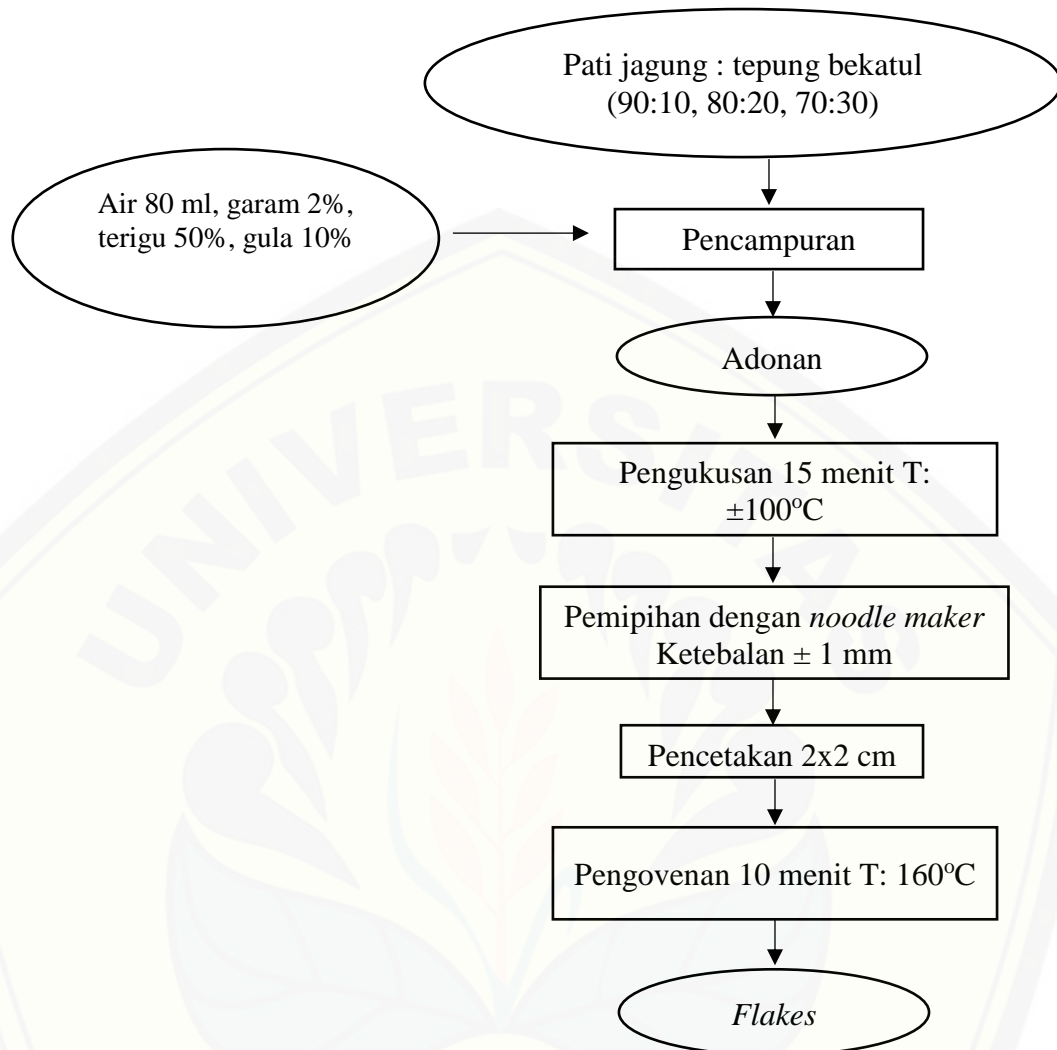
membuat bekatul tengik. Diagram alir proses persiapan bekatul dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3. 1 Prosedur preparasi bekatul (Tengah *et al.*, 2011)

3.4.2 Pembuatan *Flakes*

Pembuatan *flakes* pati jagung dengan substitusi tepung bekatul langkah pertama yang dilakukan yaitu pencampuran tepung bekatul dan pati jagung sesuai perlakuan yang telah ditetapkan. Selanjutnya dilakukan penambahan bahan pembantu yaitu 2% garam, 10% gula, 50% terigu, serta air 80 ml. Semua bahan pembantu didasarkan pada berat total tepung campuran. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan spatula hingga adonan kalis kurang lebih 5 menit. Selanjutnya setelah didapat adonan yang kalis, dilakukan pengukusan selama 15 menit pada suhu $\pm 100^{\circ}\text{C}$. setelah dilakukan pengukusan dilakukan pemipihan menggunakan *noodle maker* hingga ketebalan kurang lebih 1 mm, dan selanjutnya dicetak dengan ukuran 2x2 cm. setelah didapatkan adonan yang telah dicetak dilakukan pemanggangan menggunakan oven dengan suhu 160°C selama 10 menit. Selanjutnya *flakes* didinginkan pada suhu ruang. Diagram alir pengolahan *flakes* dapat dilihat pada Gambar 3.2



Gambar 3.2 Diagram alir pembuatan *flakes*

3.5 Parameter Pengamatan

Penelitian ini dilakukan pengujian fisik, kimia, dan organoleptik pada *flakes*. Adapun parameter pengamatan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

3.5.1 Uji Sifat Fisik

- a. Daya rehidrasi (Ramlah, 1997)
- b. Daya patah (Yuwono dan Susanto, 1998)

3.5.2 Uji Sifat Kimia

- a. Kadar air (Sudarmadji *et al.*, 1997)
- b. Kadar protein (Sudarmadji *et al.*, 1997)

c. Kadar lemak (AOAC, 2005)

d. Serat kasar (AOAC, 1995)

3.5.3 Uji Sifat Organoleptik (Kesukaan Skoring)

a. Kesukaan warna

b. Kesukaan aroma

c. Kesukaan rasa

d. Kesukaan tekstur

3.5.4 Uji Perlakuan Terbaik

3.6 Prosedur Analisis

3.6.1 Pengujian Sifat Fisik

a. Daya Rehidrasi *Flakes* (Ramlah, 1997)

Pengujian daya rehidrasi *flakes* pati jagung dengan substitusi tepung bekatul dilakukan dengan menggunakan metode penimbangan. Langkah awal sampel ditimbang sebanyak 2 gram (A), kemudian sampel direndam dengan air selama 2 menit. Langkah selanjutnya sampel ditiriskan hingga tidak terdapat air yang menetes. Langkah terakhir lakukan penimbangan kembali pada sampel yang telah melalui proses perendaman (B) gram. Perhitungan daya rehidrasi dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Daya rehidrasi (\%)} = \frac{B - A}{A} \times 100 \%$$

Keterangan A = berat sampel awal (gram)

B = berat akhir (gram)

b. Daya Patah *Flakes* (Yuwono dan Susanto, 1998)

Pengujian daya patah *flakes* pati jagung substitusi tepung bekatul dilakukan menggunakan alat *tensile strength*. Langkah awal yang dilakukan yaitu dengan meletakkan sampel *flakes* pada tatakan, lalu jarum pengukur yang telah terpasang diturunkan perlahan hingga *flakes* patah. Nilai yang tercantum pada layar merupakan nilai daya patah yang dinyatakan dengan satuan (N/m)

3.6.2 Pengujian Sifat Kimia

a. Kadar Air *Flakes* (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Perhitungan kadar air *flakes* bekatul yang pertama yaitu botol timbang dilakukan pengovenan pada suhu 100°C selama 30 menit. Selanjutnya botol timbang yang telah dioven dieksikator selama 15 menit untuk menghilangkan uap air yang terdapat di dalam botol dan dilakukan penimbangan (A) gram. Selanjutnya *flakes* dihaluskan sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan kedalam botol timbang menjadi (B) gram. Kemudian *flakes* dalam botol timbang dioven pada suhu 100°C selama 6 jam. Selanjutnya sampel yang telah dioven dieksikator kembali lalu ditimbang (C) gram. Persentase kadar air dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{B - C}{B - A} \times 100 \%$$

Keterangan A = berat botol timbang kosong (gram)
 B = berat botol + sampel (gram)
 C = berat botol + sampel setelah dioven (gram)

b. Kadar Protein *Flakes* (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Kadar protein merupakan persentase kandungan protein yang ada pada suatu bahan. Prosedur perhitungan kadar protein dapat dilakukan dengan menggunakan metode Kjeldahl. Langkah pertama yaitu menimbang sampel *flakes* sebanyak 0,5 gram kemudian dimasukkan dalam labu kjeldahl. Langkah kedua menambahkan 2,5 ml H₂SO₄ 98% dan selenium 1 gram sebagai katalisator dalam labu kjeldahl. Selanjutnya larutan didekstruksi selama 60 menit. Lalu diencerkan dengan aquades hingga 100 ml. Kemudian larutan didestilasi dan hasil destilat ditampung dalam Erlenmeyer yang berisi 10 ml larutan asam borat 2 % serta beberapa tetes indikator metil biru (MB) dan metil merah (MM). Selanjutnya larutan dititrasi dengan HCL 0,1 N hingga terjadi perubahan warna menjadi abu-abu. Persentase kadar protein dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar N} = \frac{\text{ml HCL} - \text{ml Blanko}}{\text{Berat Sampel} \times 1000} \times N \text{ HCL} \times \text{BM Nitrogen} \times 100 \%$$

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

Keterangan	N HCl	: 0,1
	BM Nitrogen	: 14,008
	FK	: 6,25

c. Kadar Lemak *Flakes* (AOAC, 2005)

Perhitungan kadar lemak *flakes* pati jagung dengan menggunakan metode soxhlet, langkah pertama yaitu melakukan penimbangan sampel *flakes* sebanyak 2 gram dan dibungkus dalam kertas saring. Kemudian sampel yang telah dimasukkan dalam kertas saring diletakkan dalam alat ekstraksi soxhlet yang dipasang diatas kondensor serta labu lemak dibawahnya. Labu lemak yang digunakan telah dikeringkan dan ditimbang. Langkah kedua, tambahkan pelarut heksana dan dilakukan refluks sampai pelarut turun kembali ke dalam labu lemak. Pelarut di dalam lemak didestilasi dan ditampung. Langkah ketiga yaitu labu lemak yang berisi lemak hasil ekstraksi kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 menit. Langkah selanjutnya yaitu mendinginkan dalam eksikator selama 20-30 menit dan ditimbang. Persentase kadar lemak dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Lemak} = \frac{(\text{berat akhir labu lemak} - \text{berat awal labu lemak})}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

d. Kadar Serat *Flakes* (AOAC, 1995)

Sampel ditimbang sebanyak 2 g, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 100 ml H₂SO₄ 0,3 N berfungsi untuk menghidrolisis karbohidrat dan protein dan direfluks selama 30 menit. Selanjutnya ditambahkan NaOH 1,5 N 50 ml berfungsi untuk penyabunan lemak, kemudian direfluks selama 30 menit dan disaring dengan menggunakan kertas saring. Kemudian cuci dengan menggunakan aquadest mendidih, H₂SO₄ 0,3 N 25 ml, kemudian dicuci kembali menggunakan aquadest mendidih dan terakhir menggunakan alkohol 25 ml. Selanjutnya kertas saring dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 1 jam, lalu dinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang. Persentase serat dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Kadar Serat} = \frac{\text{berat serat akhir (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

3.6.3 Uji Sifat Organoleptik *Flakes*

Pengujian ini dilakukan dengan uji kesukaan terhadap warna, rasa, aroma, dan tekstur pada *flakes* dengan uji hedonik. Uji hedonik dilakukan dengan cara *hedonic scale scoring*, dimana panelis diminta untuk menentukan nilai kesukaan terhadap produk dengan memberi nilai produk sesuai kisaran yang telah ditentukan (Sukatiningsih, 2002).

Pengujian hedonik *flakes* bekatul dilakukan dengan cara sampel diletakkan diatas piring-piring kecil yang seragam selanjutnya sampel diberi 3 angka acak sebagai kode untuk menghindari bias. Pengujian hedonik menggunakan 25 panelis tidak terlatih. Panelis diminta menilai kesukaan terhadap warna, rasa, aroma, dan tekstur *flakes* dan memberikan skor pada kuisioner yang telah disediakan. Adapun skor nilai kesukaan parameter warna, rasa, aroma, dan tekstur dengan skala 1 hingga 7 dengan kriteria sebagai berikut :

- 1 = Sangat tidak suka
- 2 = Tidak suka
- 3 = Agak tidak suka
- 4 = Agak suka
- 5 = Suka
- 6 = Sangat suka
- 7 = Amat sangat suka

3.6.4 Penentuan Perlakuan Terbaik

Perlakuan terbaik ditentukan berdasarkan persentase kesukaan tertinggi untuk parameter organoleptik dengan pengambilan penilaian kesukaan mulai rentang agak suka hingga amat sangat suka. Sampel terbaik diperoleh dari akumulasi uji skoring deskriptif, dimana nilai skoring paling banyak ditetapkan sebagai perlakuan terbaik.

3.7 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pengujian sifat fisik dan kimia dianalisis menggunakan *Analisis of Varian* (ANOVA) menggunakan program SPSS, apabila hasil data terdapat hasil beda nyata, maka dilakukan uji lanjut (LSD) *Least Significance Different* dengan taraf signifikansi 5%. Data yang diperoleh dari hasil pengujian organoleptik diolah dan dianalisis menggunakan *chi square*.



BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perlakuan jenis tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi berpengaruh nyata terhadap daya rehidrasi, kadar lemak, dan kadar serat *flakes* pati jagung yang dihasilkan, sedangkan pada substitusi tepung bekatul pada berbagai variasi konsentrasi berpengaruh nyata pada daya patah, daya rehidrasi, kadar protein, kadar lemak, dan kadar serat *flakes* pati jagung.
2. *Flakes* pati jagung yang memiliki sifat baik dan disukai yaitu *flakes* dengan perlakuan A1B3 (jenis tepung bekatul tanpa stabilisasi, substitusi tepung bekatul 30%)

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan perlu dilakukan penelitian mengenai proses stabilisasi tepung bekatul yang lebih baik untuk mendapatkan bekatul yang tidak mudah tengik dan layak untuk konsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam. 2010. Potensi Jagung di Indonesia. Bandar Lampung. <http://alambenzosnesia.com>. [Diakses tanggal 21 Oktober 2018].
- American Association of Cereal Chemist (AACC). 2001. *The Definition of Dietary Fiber*. Cereal Food. World.
- AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analysis Chemists. Washington D. C.
- AOAC, 2005. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analysis Chemists. Arlington: AOAC. Inc.
- Ardiansyah. 2004. Sehat dengan Mengonsumsi Bekatul. <http://www.gizi.net>. [Diakses pada tanggal 24 November 2018].
- Asaoka, M., Blanshard, J. M. V., and Rickard J. E. 1992. Effect of cultivar and growth season on the gelatinisation properties of cassava (*Manihot esculenta*) starch. *Jurnal Sci. Food Agric.* 59:53-58.
- Asmarajati, T. 1999. Pengaruh Blanching dan Suplementasi Bekatul Terhadap Kualitas Cookies. *Skripsi*. Fakultas Pertanian UNSOED, Purwokerto
- Astawan, M. 2009. *Tepung Tapioka, Manfaatnya dan Cara Pembuatannya*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Auliana, R. 2011. *Manfaat Bekatul dan Kandungan Gizinya*. Kegiatan Dharma Wanita, FT UNY. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. *Standar Nasional Indonesia Untuk Breakfast Cereal*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bakke, A dan Vickers, Z. 2007. Consumer Liking of Refined and Whole Wheat Breads. *Journal Food Sci*, 72: S473-S480.
- Bennion, M. 1980. *The Science of Food*. New york: John willey and Sons
- Boyer, C. D., and Shannon, J. C. 2003. *Carbohydrates of the kernel*. In: White PJ., Johnson LA., editor. *Corn: Chemistry and Technology*. 2nd Ed. Minnesota: American Association Of Cereal Chemists Inc. St. Paul, Minnesota, USA. 289-312.V

- British Nutrition Foundation. 1990. *Complex Carbohydrates in Food*. London: Chapman & Hall.
- BSN. 1993. *Standar Nasional Indonesia Syarat Mutu Tepung Jagung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Busono, G. S. 2013. Kajian Sifat Fisik Kimiawi dan Sensori Mi Instan dengan Substitusi Tepung Bekatul Beras Merah dan Substitusi Tepung Ubi Jalar Kuning. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Champagne, E. T. 1994. *Brown Rice Stabilization*. yang disitasi oleh Marshall, W. E. dan J. I. Wadworth. *Rice Science and Technology*, 17-37. New York: Marcel Dekker Inc.
- Cheruvanky, R. P. Mcpeak; R. S. V. Cherukuri; I. Lynch; and A. A. Qureshi. 2004. Method for Treating Hypercholesterolemia, Hyperlipidemia, and Atherosclerosis. <http://www.freepatentsonline.com>.
- Cui, S. W. 2005. *Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties, and Application*. Francis: CRC Press.
- Dahrul, S. dan Anggita, W. R.. 2008. Kajian Formulasi Cookies Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.*) Dengan Karakteristik Tekstur Menyerupai Cookies Keladi. *Jurnal*. Bogor: Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. IPB.
- Damardjati, D. S. 1989. *Evaluasi dan pengembangan metode penetapan derajat sosok beras giling*. Ringkasan Laporan Penelitian Balittan Sukamandi.
- Damayanthi, E. 2002. Karakteristik Bekatul Padi (*Oryza sativa*) Awet serta Sifat Antioksidan dan Penghambat Proliferasi Sel Kanker secara In Vitro dari minyak dan Fraksinya. *Disertasi*. Pasca Sarjana IPB, Bogor
- Damayanthi, E., Tjing L. T., dan Arbianto, L. 2007. *Rice Bran*. Depok: Panebar Swadaya. Hal. 28.
- Darwin, P. 2013. *Menikmati Gula Tanpa Rasa Takut*. Sinar Ilmu, Perpustakaan Nasional
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. (1981). *Daftar Komposisi Bahan Makanan*: Jakarta
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2005. Kebijakan Perbenihan Tanaman Pangan. Seminar Nasional: Peran Perbenihan dalam Revitalisasi Pertanian. Kerjasama *Departemen Pertanian dan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor*. Bogor, 23 November 2005.

- Dwi, P. G. 2006. Pengaruh Perlakuan Stabilisasi dan Substitusi Bekatul (Rice Bran) Terhadap Sifat Fisik Kimia dan Organoleptik Roti Tawar Bekatul. *Skripsi*. UB. Malang
- Orthofer, F. T. 2001. *Rice bran oil*. Di dalam. Champagne, E. T. (Ed). Rice Chemistry and Technology 3th edition. American Association of Cereal Chemists. Inc, St. Paul
- Orthofer, F. T. 2005. *Rice Bran Oil*. Di dalam: Shahidi, F, editor. Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Edible oil and Fat Products: Edible oils. Ed ke-6. Canada: A John Wiley & Sons, Inc. Vol 2. hlm 465-487
- Estiasih, T. 2005. *Kimia Dan Teknologi Pengolahan Kacang-Kacangan*. Malang: THP Universitas Brawijaya.
- Felicia, A. 2006. Pengembangan Produk Sereal Sarapan Siap Santap Berbasis Sorghum. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Institute Pertanian Bogor. Bogor.
- Fitasari, E. 2009. Pengaruh Tingkat Penambahan Tepung Terigu Terhadap Kadar Air, Kadar Lemak, Kadar Protein, Mikrostruktur, dan Mutu Organoleptik Keju Gouda Olahan. *Jurnal* Vol. 4, No. 2, Hal 17-29
- Garcia, M. C., Marta, T. B., Manoel, S. 2012. Physicochemical and sensory profile of Rice Bran Roasted in Microwave. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos* 32(4):754-759.
- Grace, M. R. 1977. *Cassava Processing*. Roma: Food and Agriculture Organization of United Nations.
- Gunaratne, A and Corke, H. 2007. Effect of Hydroxypropylation and Alkaline Treatments in Hydroxypropylation on some Structural and Physicochemical Properties of Heat-Moisture Treated Wheat, Potato and Waxy Maize Starch. *Journal Carbohydrate Polymers* 68 : 305 – 313
- Hamilton, R. J. 1983. *The Chemistry of Rancidity in Foods*. In J.C. Allen and R.J. Hamilton, editor. *Rancidity in Foods*. London: Applied Science Publisher.
- Hartini, S. 2003. Pembuatan Flakes Tepung Ubi Jalar (*Ipomea batatas L.*) dengan Suplementasi Tempe dan *Baking Powder*. *Skripsi*. Malang: Universitas brawijaya.
- Helal, A. M. 2005. *Rice bran in egypt*. Cairo: Kaha for Environmental and Agricultural Projects.

- Herliana, S. 2006. Pengaruh Jumlah Air dan Lama Pengukusan Terhadap Beberapa Karakteristik Flakes Ubi kayu (*Manihot Esculenta Crantz*). *Skripsi*. Bogor: Fakultas, Institut Pertanian Bogor.
- Hermayanti, Yeni, dan Eli, G. 2006. *Modul Analisa Proksimat*. Padang: SMAK 3 Padang.
- Hildayati. 2012. Studi Pembuatan Flakes Jewawut (*Setaria italic*). *Skripsi*. Makassar: Fakultas Pertanian. Universitas Hasanuddin.
- Hummel, C. 1986. *Maccaroni Product: Manufactured, Processing and Packaging*. London: Food Trade Press Ltd.
- Imanningsih, N. 2012. *Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan (Gelatinisation Profile Of Several Flour Formulations For Estimating Cooking Behaviour)*. *Penel Gizi Makan* 2012, 35(1): 13-22
- Indrasti, D. 2004. Pemanfaatan tepung talas belitung (*Xanthosoma sagitifollum*) dalam pembuatan cookies. *Skripsi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Jane, J. L. dan Chen, J. F. 1992. *Effect of Amilose Molecular Size and Amilopectin Branch Chain Length on Paste Properties of Starch*.
- Jubaidah, U. 2008. Variasi Penambahan Teong Bekatul Pada Es Krim Dilihat Dari Kadar Serat, Sifat Organoleptik dan Daya Terima. *Skripsi S-1*. Universitas Muhamadiyah Surakarta.
- Kent, D. W. 1980. *Tecnology of Cereal With Special Refference*. 2nd ed. Pergamon Press. Oxford. New York.
- Kirk, R. E. and Othmer, D. F. 1954. *Encyclopedia of Chemical Technology*, vol 5, pp. New York: Interscience Incyclopedia Inc.
- Kurniawati dan Ayustaningwarno. 2012. Pengaruh Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Tempe dan Tepung Ubi Jalar Terhadap Kadar Protein, Kadar b-karoten, dan Mutu Organoleptik Roti Manis. *Journal Of Nutrition College* 1 (1): 344-351.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Jakarta: Dian Rakyat.
- Lawess, M. J. 1990. *Potato Based Textured Snack*. Di dalam Grouth, R. E. *Snack Food*. Avi Book. New York: Van Nostrand Reinhold Publisher.
- Lawton J. W., and Wilson, C. M. 2003. Proteins of the kernel. In: White PJ., Johnson LA., editor. *Corn: Chemistry and Technology*. Ed ke-2.

Minnesota: American Association Of Cereal Chemists Inc. St. Paul, Minnesota, USA. 313-354.

Luh, B. S., 1991. *Rice. Second Edition*. New York: Van Nostrand Reinhold.

Moehji, S. 2009. *Ilmu Gizi 2*. Jakarta: Penerbit Papas Sinar Sinarti.

Permana, R. A. dan Putri, W. D. R. 2015. Pengaruh proporsi jagung dan kacang merah serta substitusi bekatul terhadap karakteristik fisik kimia *flakes*. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3 (2): 734–742.

Pomeranz, Y. 1991. *Functional Properties of Food Components*. New York: Academic Press, Inc.

Pradipta, I. B. Y. V, Dan Widya, D. R. P. 2015. Pengaruh Proporsi Tepung Terigu dan Tepung Kacang Hijau serta Substitusi dengan Tepung Bekatul Dalam Biskuit. *Jurnal pangan dan Agroindustri*. 3 (3) : 793-802.

Purnamasari, I., dan Happy, J. 2010. *Pengaruh Hidrolisa Asam-Alkohol dan Waktu Hidrolisa Asam terhadap Sifat Tepung Tapioka*. Jurusan teknik kimia, fakultas teknik, Universitas Diponegoro.

Purwono dan Rudi. 2005. *Bertanam Jagung Unggul*. Jakarta: Penebar swadaya.

Puspitarini, R. dan Rahayuni, A. 2012. Kandungan serat, lemak, sifat fisik, dan tingkat penerimaan es krim dengan penambahan berbagai jenis bekatul beras dan bekatul ketan. *Journal of Nutrition College*. 1(1): 205-218.

Putri, R. R., dan Kusuma, H. 2012. Uji Organoleptik Formulasi Cookies Kaya Gizi Sebagai Makanan Tambahan Dalam Upaya Penanggulangan Anemia Pada Ibu Hamil di Rangkapan Jaya Depok. *Skripsi*. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Indonesia.

Rao B. S. N. 2000. *Nutritive Value of Rice Bran*. Nutrition Foundation of India : 5-8.

Richana, R. dan Sunarti, T. C. 2004. Karakterisasi Sifat Fisiko kimia Tepung Umbi dan Tepung Pati dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubi kelapa, dan Gembili. *Jurnal Pasca panen 1(1)*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. IPB. 2937.

Setiaji, B. 2008. Pengaruh Suhu dan Lama Pemanggangan Terhadap Karakteristik Soy Flakes. *Skripsi*. Pasundan: Jurusan Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas.

- Setyowati, A., & Suryani, C. L. (2008). The Increase of Curcuminoida Content and Antioxidative Activity of Temulawak and Turmeric Instant Beverages. *Agritech*, 33(4), 363–370.
- Soemarno. 2007. *Rancangan Teknologi Proses Pengolahan Tapioka dan Produk-Produknya*. Malang: Magister Teknik Kimia. Universitas Brawijaya.
- Stasse, M dan Wolthuis. 1981. Influence of Dietary Fiber on Cholesterol Metabolism and Colonic Function in Healthy Subject. *World review of Nutritionand Dietetics*. Vol 36 hal 100-140.
- Suarni, O., Komalasari, dan Suwardi. 2001. Karakteristik tepung jagung. Beberapa Varietas/ Galur. *Prosiding Seminar Regional Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Palu*. Hlm 157-164.
- Suarni. 2009. Prospek pemanfaatan tepung jagung untuk kue kering (cookies). *Jurnal Litbang Pertanian*. 28 (2): 63-71.
- Suarni dan Widowati, S. 2008. *Teknik Produksi Dan Pengembangan Jagung: Struktur, Komposisi, Dan Nutrisi Jagung*. Bogor : Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian Edisi ke-empat*. Yogyakarta: Liberti.
- Sukatiningsih. 2000. *Petunjuk Praktikum Pengawasan Mutu*. Jember: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Jember.
- Sunarti, T. C., N. Richana., F. Kasim., Purwoko, dan Budiyanto, A. 2007. *Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia Tepung dan Pati Jagung Varietas Unggul Nasional dan Sifat Penerimaannya terhadap Enzim dan Asam*. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB.
- Suntoro. 2005. Teratai indah & syarat nutrisi. <http://www.agriculturesnetwork.org/magazine/Indonesia/10-bukan-hanya-berat/teratai-indah-syarat-nutrisi>. [Diakses pada 19 November 2018].
- Suprpto, H, Rakhmat, F dan Asih, E. K. 2009. *Sifat Fisikokimia Pada Pengemasan dan Penyimpanan Cassava Flakes Fortifikasi*. Bogor: Badan Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Taggart, P. 2004. *Starch as an ingredient : manufacture and application*. Florida: CRC Press, Boca Raton.

- Tengah, I. G. P., Suter, I. K., Widarta, I. W. R., dan Arnata, I. W. 2011. *Aktivitas Antioksidan Bekatul Beras Merah dari Kabupaten Tabanan, Bali*. Laporan Hibah Penelitian Unggulan Udayana. Unpublised. Denpasar
- Tjiptadi, W., Raharja, S., dan Setyawati, R. 1990. Karakteristik pati dan manfaatnya dalam industry. Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Tribelhorn, R. E., 1991. *Breakfast Cereals*. Di dalam: Lorenz, K. J. dan Kulp, K.(Eds.). *Handbook of Cereal Science and Technology*. New York: Marcel Dekker, Inc. pp: 741-762.
- USDA, 2010. Food Nutrient Report – 20060. Rice Bran, Crude. <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=22771>. Tanggal Akses :15/11/2018
- Wallington, D. S. 1993. *Cereal and Cereal Product*. Food Industri Manual. 3rd ed. New York: Blackie Academic Professional.
- Watson, S. A. 2003. *Description, development, structure, and composition of the corn kernel*. Di dalam: White PJ., Johnson LA., editor. *Corn: Chemistry and Technology*. 2nd Ed. Minnesota: American Association Of Cereal Chemists Inc. St. Paul, Minnesota, USA. 69-101.
- Widodo, R., dan Wahyudi, H. 2013. Evaluasi Mutu Fisikokimia Roti Berserat Tinggi Berbahan Baku Kulit Biji Kedelai dan Bekatul. *Jurnal Agroknow*. 1 (1) : 47-56.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Wulandari, M. dan Emma, H. 2010. Pengaruh Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Protein dan Sifat Organoleptik Biskuit. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 1 (2) : 55-62
- Wulandari, Mita, dan Hendarsi. 2010. Pengaruh Penambahan Bekatul Terhadap Kadar Protein dan Sifat Organoleptik Biskuit. *Jurnal Pangan dan Gizi*. Vol 01. No. 02.
- Yuniarrahani, C. 2001. Pengawetan Bekatul dengan Perlakuan Fisik : Pemanasan Menggunakan Drum Drier, Ekstruder, Penyangraian, Pengukusan dan Autoclave. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor

Yuwono, S. S. dan Susanto, T. 1998. Pengujian Fisik Pangan. Malang: Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya.

Zilic, S., Sukalovic, V. H. T., Dodig, D., Maksimovic, V., and Maksimovic, M. 2011. Antioxidant activity of small grain cereals caused by phenolics and lipid soluble antioxidants. *Journal of Cereal Science*.



LAMPIRAN

Lampiran A. Data Hasil Analisis Sifat Fisik *flakes* Pati Jagung

A.1 Daya Rehidrasi

A.1.1 Data hasil pengukuran daya rehidrasi *flakes* pati jagung

Sampel	Daya Rehidrasi (g) Ulangan			Rata-rata	STDEV
	1	2	3		
A1B1	32,6	31,8	31,2	31,87	0,70
A1B2	28,9	30,4	29,2	29,50	0,79
A1B3	29,2	28,1	27,5	28,27	0,86
A2B1	30,8	31,2	30,5	30,83	0,35
A2B2	28,9	28,3	28,2	28,47	0,38
A2B3	27,4	28,7	26,9	27,67	0,93

A.1.2 ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	39,907(a)	5	7,981	15,980	,000
Intercept	15593,780	1	15593,780	31222,251	,000
PERLAKUAN	3,556	1	3,556	7,119	,020
FORMULASI	36,163	2	18,082	36,204	,000
PERLAKUAN * FORMULASI	,188	2	,094	,188	,831
Error	5,993	12	,499		
Total	15639,680	18			
Corrected Total	45,900	17			

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Lower Bound	Upper Bound
Tanpa Stabilisasi	Stabilisasi	,889(*)	,333	,020	,163	1,615
Stabilisasi	Tanpa Stabilisasi	-,889(*)	,333	,020	-1,615	-,163

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	3,556	1	3,556	7,119	,020
Error	5,993	12	,499		

(I) FORMULASI	(J) FORMULASI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Upper Bound	Lower Bound
10:90	20:80	2,367(*)	,408	,000	1,478	3,256
	30:70	3,383(*)	,408	,000	2,494	4,272
20:80	10:90	-2,367(*)	,408	,000	-3,256	-1,478
	30:70	1,017(*)	,408	,028	,128	1,906
30:70	10:90	-3,383(*)	,408	,000	-4,272	-2,494
	20:80	-1,017(*)	,408	,028	-1,906	-,128

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	36,163	2	18,082	36,204	,000
Error	5,993	12	,499		

BNT

RUMUS	
1. MSe	0,499
2. t(a,dfe)	2,17881283
a=	0,05
dfe=	12
3. r	3
Nilai BNT	1,256679606

Kombinasi perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	31,87	d
A1B2	29,5	b
A1B3	28,27	a
A2B1	30,38	c
A2B2	28,47	a
A2B3	27,67	a

A.2 Daya Patah

A.2.1 Data hasil pengukuran daya patah *flakes* pati jagung

Sampel	Daya Rehidrasi (g) Ulangan			Rata-rata	STDEV
	1	2	3		
A1B1	6,39	7,07	6,81	6,75	0,34
A1B2	5,14	5,20	5,50	5,28	0,19
A1B3	4,60	4,23	4,26	4,36	0,20
A2B1	6,77	6,06	6,29	6,37	0,36
A2B2	5,06	5,04	5,10	5,07	0,03
A2B3	4,46	4,40	4,13	4,33	0,18

A.2.2 ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	15,360(a)	5	3,072	51,671	,000
Intercept	517,186	1	517,186	8698,966	,000
PERLAKUAN	,198	1	,198	3,327	,093
FORMULASI	15,071	2	7,536	126,750	,000
PERLAKUAN * FORMULASI	,091	2	,045	,764	,487
Error	,713	12	,059		
Total	533,260	18			
Corrected Total	16,074	17			

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Upper Bound	Lower Bound
Tanpa Stabilisasi	Stabilisasi	,210	,115	,093	-,041	,460
Stabilisasi	Tanpa Stabilisasi	-,210	,115	,093	-,460	,041

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,198	1	,198	3,327	,093
Error	,713	12	,059		

(I) FORMULASI	(J) FORMULASI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
10:90	20:80	1,3905(*)	,14078	,000	1,0838	1,6972
	30:70	2,2177(*)	,14078	,000	1,9109	2,5244
20:80	10:90	-1,3905(*)	,14078	,000	-1,6972	-1,0838
	30:70	,8272(*)	,14078	,000	,5204	1,1339
30:70	10:90	-2,2177(*)	,14078	,000	-2,5244	-1,9109
	20:80	-,8272(*)	,14078	,000	-1,1339	-,5204

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	15,071	2	7,536	126,750	,000
Error	,713	12	,059		

BNT

RUMUS	
1. MSe	0,059
2. t(a,dfe)	2,17881283
a=	0,05
dfe=	12
3. r	3
Nilai BNT	0,432115953

Kombinasi perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	6,75	c
A1B2	5,28	b
A1B3	4,36	a
A2B1	6,37	c
A2B2	5,07	b
A2B3	4,33	a

Lampiran B. Data Hasil Analisis Sifat Kimia flakes Pati Jagung**B.1 Kadar Air**

Sampel	Kadar Air (%) Ulangan			Rata-rata	STDEV
	1	2	3		
A1B1	2,88	2,80	2,78	2,82	0,05
A1B2	2,55	3,20	2,29	2,68	0,47
A1B3	2,19	2,45	2,74	2,46	0,27
A2B1	2,73	2,62	2,13	2,49	0,32
A2B2	3,19	1,83	2,19	2,40	0,71
A2B3	2,29	2,32	2,04	2,22	0,16

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{B-C}{B-A} \times 100 \%$$

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{(18,335+2,010)-(18,335+1,964)}{(18,335+2,010)-18,335} \times 100 \%$$

$$= 2,288 \%$$

ANOVA

BNT

RUMUS	
1. MSe	0,154
2. t(a, dfe)	2,17881283
a=	0,05
dfe=	12
3. r	3
Nilai BNT	0,698127354

Kombinasi perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	2,82	a
A1B2	2,68	a
A1B3	2,46	a
A2B1	2,49	a
A2B2	2,4	a
A2B3	2,22	a

B.2 Kadar Lemak

B.2.1 Data hasil pengukuran kadar lemak *flakes* pati jagung

Sampel	Kadar Lemak (%) Ulangan			Rata-rata	STDEV
	1	2	3		
A1B1	3,85	3,87	3,82	3,85	0,025
A1B2	4,78	4,80	4,75	4,78	0,025
A1B3	5,58	5,62	5,57	5,59	0,026
A2B1	3,91	3,92	3,91	3,91	0,006
A2B2	4,78	4,76	4,79	4,78	0,015
A2B3	5,61	5,63	5,60	5,61	0,015

$$\% \text{ Lemak} = \frac{(\text{berat akhir labu lemak} - \text{berat awal labu lemak})}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Lemak} = \frac{34,1992 - 34,1027}{2,5004} \times 100 \%$$

$$= 3,85 \%$$

B.2.2 ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8.905(a)	5	1.781	4332.176	.000
Intercept	406.600	1	406.600	989027.365	.000
PERLAKUAN	.004	1	.004	9.851	.009
FORMULASI	8.898	2	4.449	10821.338	.000
PERLAKUAN * FORMULASI	.003	2	.002	4.176	.042
Error	.005	12	.000		
Total	415.510	18			
Corrected Total	8.910	17			

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Upper Bound	Lower Bound
Tanpa Stabilisasi	Stabilisasi	-,030(*)	,010	,009	-,051	-,009
Stabilisasi	Tanpa Stabilisasi	,030(*)	,010	,009	,009	,051

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,004	1	,004	9,851	,009
Error	,005	12	,000		

(I) FORMULASI	(J) FORMULASI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
10:90	20:80	-,8967(*)	,01171	,000	-,9222	-,8712
	30:70	-1,7217(*)	,01171	,000	-1,7472	-1,6962
20:80	10:90	,8967(*)	,01171	,000	,8712	,9222
	30:70	-,8250(*)	,01171	,000	-,8505	-,7995
30:70	10:90	1,7217(*)	,01171	,000	1,6962	1,7472
	20:80	,8250(*)	,01171	,000	,7995	,8505

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	8,898	2	4,449	10821,338	,000
Error	,005	12	,000		

BNT

RUMUS	
1. MSe	0
2. $t(a, dfe)$	2,17881283
a=	0,05
dfe=	12
3. r	3
Nilai BNT	0

Kombinasi perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	3,85	a
A1B2	4,78	c
A1B3	5,59	d
A2B1	3,91	b
A2B2	4,78	c
A2B3	5,61	e

B.3 Kadar Protein

B.3.1 Data hasil pengukuran kadar protein *flakes* pati jagung

Sampel	Kadar Protein (%) Ulangan			Rata-rata	STDEV
	1	2	3		
A1B1	9,75	9,82	9,84	9,80	0,05
A1B2	9,93	9,89	9,95	9,92	0,03
A1B3	10,17	10,20	10,11	10,16	0,05
A2B1	9,70	9,75	9,77	9,74	0,04
A2B2	9,87	9,91	9,85	9,88	0,03
A2B3	10,16	10,10	10,17	10,14	0,04

$$\% \text{ Kadar N} = \frac{\text{ml HCL} - \text{ml Blanko}}{\text{Berat Sampel} \times 1000} \times N \text{ HCL} \times \text{BM Nitrogen} \times 100 \%$$

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

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar N} &= \frac{5,70 - 0,10}{0,5024 \times 1000} \times 0,1 \times 14,008 \times 100 \% \\ &= 1,56 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kadar Protein (\%)} &= 1,56 \times 6,25 \\ &= 9,75 \% \end{aligned}$$

B.3.2 ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	,458(a)	5	,092	61,537	,000
Intercept	1778,862	1	1778,862	1194758,343	,000
PERLAKUAN	,008	1	,008	5,388	,039
FORMULASI	,448	2	,224	150,586	,000
PERLAKUAN * FORMULASI	,002	2	,001	,563	,584
Error	,018	12	,001		
Total	1779,338	18			
Corrected Total	,476	17			

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Upper Bound	Lower Bound
Tanpa Stabilisasi	Stabilisasi	,042(*)	,018	,039	,003	,082
Stabilisasi	Tanpa Stabilisasi	-,042(*)	,018	,039	-,082	-,003

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,008	1	,008	5,388	,039
Error	,018	12	,001		

(I) FORMULASI	(J) FORMULASI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
10:90	20:80	-,1283(*)	,02228	,000	-,1769	-,0798
	30:70	-,3800(*)	,02228	,000	-,4285	-,3315
20:80	10:90	,1283(*)	,02228	,000	,0798	,1769
	30:70	-,2517(*)	,02228	,000	-,3002	-,2031
30:70	10:90	,3800(*)	,02228	,000	,3315	,4285
	20:80	,2517(*)	,02228	,000	,2031	,3002

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,448	2	,224	150,586	,000
Error	,018	12	,001		

BNT

RUMUS	
1. MSe	0,001
2. t(a, dfe)	2,17881283
a=	0,05
dfe=	12
3. r	3
Nilai BNT	0,056256705

Kombinasi perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	9,8	b
A1B2	9,92	c
A1B3	10,16	d
A2B1	9,74	a
A2B2	9,88	b
A2B3	10,14	d

B.4 Kadar Serat

B.4.1 Data hasil pengukuran kadar serat *flakes* pati jagung

Sampel	Kadar Serat (%) Ulangan			Rata-rata	STDEV
	1	2	3		
A1B1	1,33	1,34	1,36	1,34	0,035
A1B2	2,47	2,48	2,53	2,49	0,036
A1B3	2,57	2,63	2,61	2,60	0,046
A2B1	1,34	1,38	1,41	1,38	0,015
A2B2	2,44	2,49	2,51	2,48	0,032
A2B3	3,50	3,56	3,59	3,55	0,031

$$\% \text{ Kadar Serat} = \frac{\text{berat serat akhir (g)}}{\text{berat sampel (g)}} \times 100\%$$

$$\begin{aligned} \% \text{ Kadar Serat} &= \frac{0,0267}{2,0017} \times 100 \% \\ &= 1,33 \% \end{aligned}$$

B.4.2 ANOVA

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	10,475(a)	5	2,095	1839,520	,000
Intercept	95,865	1	95,865	84174,224	,000
PERLAKUAN	,467	1	,467	410,244	,000
FORMULASI	9,129	2	4,564	4007,785	,000
PERLAKUAN * FORMULASI	,879	2	,439	385,893	,000
Error	,014	12	,001		
Total	106,354	18			
Corrected Total	10,489	17			

(I) PERLAKUAN	(J) PERLAKUAN	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.(a)	95% Confidence Interval for Difference(a)	
					Upper Bound	Lower Bound
Tanpa Stabilisasi	Stabilisasi	,322(*)	,016	,000	,288	,357
Stabilisasi	Tanpa Stabilisasi	-,322(*)	,016	,000	-,357	-,288

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	,467	1	,467	410,244	,000
Error	,014	12	,001		

(I) FORMULASI	(J) FORMULASI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Upper Bound	Lower Bound
10:90	20:80	-1,1267(*)	,01948	,000	-1,1691	-1,0842
	30:70	-1,7167(*)	,01948	,000	-1,7591	-1,6742
20:80	10:90	1,1267(*)	,01948	,000	1,0842	1,1691
	30:70	-,5900(*)	,01948	,000	-,6325	-,5475
30:70	10:90	1,7167(*)	,01948	,000	1,6742	1,7591
	20:80	,5900(*)	,01948	,000	,5475	,6325

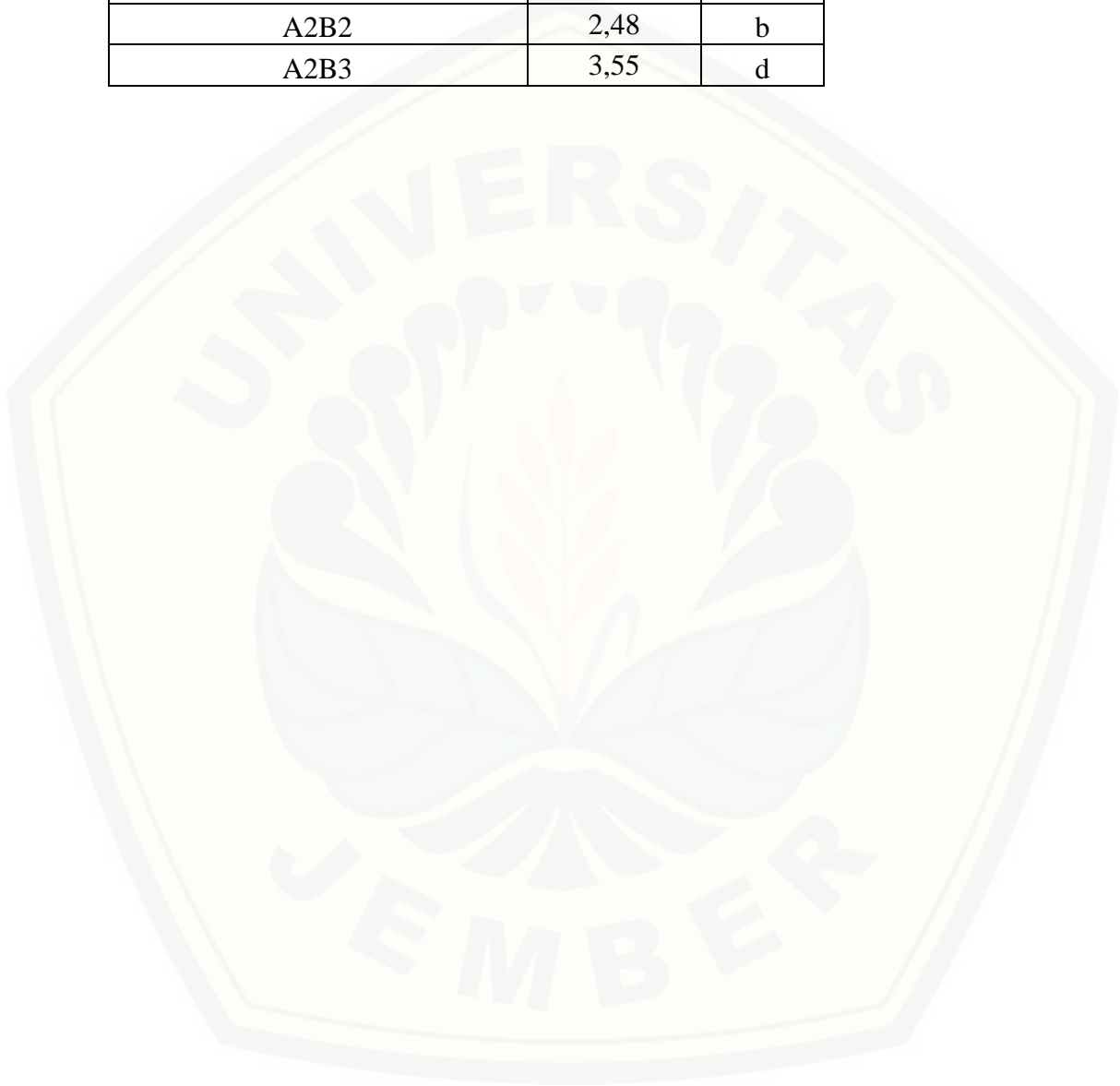
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Contrast	9,129	2	4,564	4007,785	,000
Error	,014	12	,001		

PERLAKUAN	FORMULASI	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Tanpa Stabilisasi	10:90	1,377	,019	1,334	1,419
	20:80	2,480	,019	2,438	2,522
	30:70	3,550	,019	3,508	3,592
Stabilisasi	10:90	1,343	,019	1,301	1,386
	20:80	2,493	,019	2,451	2,536
	30:70	2,603	,019	2,561	2,646

BNT

RUMUS	
1. MSe	0,001
2. t(a,dfe)	2,17881283
a=	0,05
dfe=	12
3. r	3
Nilai BNT	0,056256705

Kombinasi perlakuan	Rata-rata	Notasi
A1B1	1,34	a
A1B2	2,49	b
A1B3	2,6	c
A2B1	1,38	a
A2B2	2,48	b
A2B3	3,55	d



Lampiran C. Data Hasil Analisis Sifat Organoleptik *Flakes* Pati Jagung

C.1 Kesukaan Warna

C.1.1 Hasil kesukaan panelis terhadap warna *flakes* pati jagung

Panelis	Perlakuan					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
1	6	6	5	5	6	5
2	2	3	5	3	2	2
3	6	4	5	5	4	3
4	6	6	6	5	3	3
5	2	3	6	7	4	5
6	6	6	6	6	4	4
7	4	5	5	6	6	4
8	6	5	5	4	4	4
9	4	3	6	5	6	3
10	6	4	5	5	5	5
11	5	5	6	5	2	2
12	6	5	5	5	4	4
13	6	4	6	5	3	5
14	6	5	4	3	3	2
15	4	4	4	4	5	4
16	6	4	4	4	4	3
17	5	6	7	5	6	3
18	5	4	3	3	3	3
19	3	5	6	5	4	3
20	5	6	5	3	6	3
21	6	6	6	5	5	5
22	6	5	5	4	3	3
23	6	6	6	6	6	5
24	4	5	5	5	5	4
25	6	6	5	3	3	2
Total	127	121	131	116	106	89
Rata-rata	5,08	4,84	5,24	4,64	4,24	3,56
STDEV	1,29	1,03	0,88	1,08	1,30	1,04

C.1.2 Persentase tingkat kesukaan warna *flakes* pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi

Perlakuan Variasi Konsentrasi	Sangat tidak suka (%)	Tidak suka (%)	Agak tidak suka (%)	Agak suka (%)	Suka (%)	Sangat suka (%)	Amat sangat suka (%)
A1B1	0	8	4	16	16	56	0
A1B2	0	0	12	24	32	32	0
A1B3	0	0	4	12	44	36	4
A2B1	0	0	20	16	48	12	4
A2B2	0	8	24	28	16	24	0
A2B3	0	16	36	24	24	0	0

C 1.3 Hasil analisa *Chi-Square* kesukaan aroma daging tiruan

	Alpha (α)	Nilai Signifikasi	Keterangan
Pearson <i>Chi-Square</i>	0.05	0.001	Terdapat hubungan yang signifikan

Nilai Signifikasi > 0.05

Keterangan : Jika nilai signifikasi < 0.05 maka terdapat hubungan yang signifikan

Lampiran C.2 Kesukaan Aroma

C.2.1 Hasil kesukaan panelis terhadap aroma *flakes* pati jagung

Panelis	Perlakuan					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
1	6	6	5	5	6	5
2	2	5	5	4	4	6
3	5	5	4	4	3	6
4	5	5	5	5	3	3
5	2	3	4	5	7	6
6	3	3	3	3	3	2
7	5	4	4	5	4	4
8	4	5	6	5	6	5
9	3	2	5	7	4	2
10	6	6	6	7	5	4
11	2	2	3	3	3	3
12	4	6	6	4	4	5
13	4	6	4	4	4	6
14	5	5	3	5	5	2
15	4	3	4	4	5	6
16	5	5	4	4	5	4
17	5	6	4	4	4	3
18	5	5	6	6	6	6
19	4	5	6	4	3	2
20	6	4	4	5	4	6
21	4	4	6	4	5	5
22	5	6	6	3	4	4
23	6	6	6	6	5	3
24	4	5	5	6	5	4
25	5	6	5	4	4	4
Jumlah	109	118	119	116	111	106
Rata-rata	4,36	4,72	4,76	4,64	4,44	4,24
STDEV	1,22	1,28	1,05	1,11	1,08	1,45

C.2.2 Persentase tingkat kesukaan aroma *flakes* pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi

Perlakuan Variasi Konsentrasi	Sangat tidak suka (%)	Tidak suka (%)	Agak tidak suka (%)	Agak suka (%)	Suka (%)	Sangat suka (%)	Amat sangat suka (%)
A1B1	0	12	8	28	36	16	0
A1B2	0	8	12	12	36	32	0
A1B3	0	0	12	32	24	32	0
A2B1	0	0	12	40	28	12	8
A2B2	0	0	20	36	28	12	4
A2B3	0	16	16	24	16	28	0

C.2.3 Hasil analisa *Chi-Square* kesukaan rasa daging tiruan

	Alpha (α)	Nilai Signifikasi	Keterangan
Pearson <i>Chi-Square</i>	0.05	0.183	Tidak terdapat hubungan yang signifikan

Nilai Signifikasi > 0.05

Keterangan : Jika nilai signifikasi > 0.05 maka tidak terdapat hubungan yang signifikan

Lampiran C.3 Kesukaan Rasa

C.3.1 Hasil kesukaan panelis terhadap Rasa *flakes* pati jagung

Panelis	Perlakuan					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
1	6	6	5	5	6	5
2	3	5	2	3	5	4
3	5	4	6	5	5	3
4	5	5	6	5	6	5
5	4	2	7	6	3	4
6	3	3	3	2	2	2
7	5	5	6	6	6	5
8	4	5	6	5	6	5
9	6	4	7	6	4	5
10	5	3	2	5	4	4
11	3	3	5	6	6	5
12	4	6	6	4	4	5
13	3	4	4	5	5	4
14	4	4	6	4	4	5
15	4	4	5	4	6	6
16	5	5	4	3	4	2
17	5	5	6	7	4	2
18	3	4	6	5	6	7
19	6	6	6	4	2	2
20	4	4	6	5	5	4
21	5	5	6	5	3	3
22	6	6	4	5	4	3
23	4	4	5	6	7	7
24	4	5	7	6	5	5
25	4	4	5	5	3	2
Jumlah	110	111	131	122	115	104
Rata-rata	4,4	4,44	5,24	4,88	4,6	4,16
STDEV	1,00	1,04	1,39	1,13	1,35	1,49

C.3.2 Persentase tingkat kesukaan rasa *flakes* pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi

Perlakuan Variasi Konsentrasi	Sangat tidak suka (%)	Tidak suka (%)	Agak tidak suka (%)	Agak suka (%)	Suka (%)	Sangat suka (%)	Amat sangat suka (%)
A1B1	0	0	20	36	28	16	0
A1B2	0	4	12	36	32	16	0
A1B3	0	8	4	12	20	44	12
A2B1	0	4	8	16	44	24	4
A2B2	0	8	12	28	20	28	4
A2B3	0	20	12	20	36	4	8

C.3.3 Hasil analisa *Chi-Square* kesukaan rasa daging tiruan

	Alpha (α)	Nilai Signifikansi	Keterangan
Pearson <i>Chi-Square</i>	0.05	0.064	Tidak terdapat hubungan yang signifikan

Nilai Signifikansi > 0.05

Keterangan : Jika nilai signifikansi > 0.05 maka tidak terdapat hubungan yang signifikan

Lampiran C.4 Kesukaan TeksturC.4.1 Hasil kesukaan panelis terhadap Tekstur *flakes* pati jagung

Panelis	Perlakuan					
	A1B1	A1B2	A1B3	A2B1	A2B2	A2B3
1	6	6	5	5	6	6
2	2	4	4	4	2	2
3	5	4	6	4	4	5
4	6	6	6	3	3	4
5	6	7	5	2	3	4
6	4	4	4	4	4	4
7	5	6	6	6	7	6
8	4	5	6	5	6	5
9	5	4	6	5	4	6
10	6	6	6	5	6	6
11	2	5	5	6	6	6
12	6	5	6	6	4	6
13	3	4	4	5	5	5
14	6	5	6	5	4	6
15	4	3	5	4	5	5
16	5	5	5	5	2	4
17	3	6	6	7	3	4
18	2	4	6	6	5	7
19	5	5	5	4	2	2
20	3	3	6	5	6	6
21	4	5	5	4	3	5
22	4	5	3	4	3	3
23	6	6	6	6	6	5
24	5	5	6	7	6	5
25	3	4	2	5	5	2
Jumlah	110	122	130	122	110	119
Rata-rata	4,4	4,88	5,2	4,88	4,4	4,76
STDEV	1,38	1,01	1,08	1,17	1,50	1,39

C.4.2 Persentase tingkat kesukaan tekstur *flakes* pati jagung substitusi tepung bekatul stabilisasi dan tanpa stabilisasi pada berbagai konsentrasi

Perlakuan Variasi Konsentrasi	Sangat tidak suka (%)	Tidak suka (%)	Agak tidak suka (%)	Agak suka (%)	Suka (%)	Sangat suka (%)	Amat sangat suka (%)
A1B1	0	12	16	20	24	28	0
A1B2	0	0	8	28	36	24	4
A1B3	0	4	4	12	28	52	0
A2B1	0	4	4	28	36	20	8
A2B2	0	12	20	20	16	28	4
A2B3	0	12	4	20	28	32	4

C.4.3 Hasil analisa *Chi-Square* kesukaan rasa daging tiruan

	Alpha (α)	Nilai Signifikansi	Keterangan
Pearson <i>Chi-Square</i>	0.05	0.183	Tidak terdapat hubungan yang signifikan

Nilai Signifikansi > 0.05

Keterangan : Jika nilai signifikansi > 0.05 maka tidak terdapat hubungan yang signifikan