



**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK  
BERAS CERDAS BERBASIS MOCAF, TEPUNG JAGUNG DAN  
TEPUNG FUNGSIONAL TERMODIFIKASI KORO KRATOK**

**SKRIPSI**

Oleh :

**MOH RIDWAN NULLAH**

**121710101096**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**



**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK  
BERAS CERDAS BERBASIS MOCAF, TEPUNG JAGUNG DAN  
TEPUNG FUNGSIONAL TERMODIFIKASI KORO KRATOK**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S-1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh :

**MOH RIDWAN NULLAH**

**121710101096**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

**2017**

## PERSEMBAHAN

Saya persembahkan skripsi ini untuk :

1. Nenekku Mukani, Ibuku Suwarti tercinta dan ayahku Seneman, terima kasih atas kasih sayang, cinta dan doanya serta semangat yang luar biasa;
2. Kakakku Asrofi, Amir dan keponakanku Aditya, Ezza, Leny yang selalu menjadi inspirasi dan motivasi untuk segera menyelesaikan pendidikan S-1, sayang selalu untuk kalian;
3. seluruh keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, bantuan dan semangat; dan
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

## MOTTO

Allah akan meninggikan orang-orang yang beriman diantara kamu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat.  
(terjemahan Surat Al-Mujadalah ayat 11)\*

barang siapa keluar untuk mencari ilmu maka dia berada di jalan Allah  
(HR. Turmudzi)\*\*

Man jadda wajada, Man shabara zhafira, Man sara ala darbi washala (siapa bersungguh-sungguh pasti berhasil, siapa yang bersabar pasti beruntung, siapa menapaki jalan-Nya akan sampai ke tujuan)  
(pepatah arab)\*\*\*

- 
- \* ) Departemen Agama Republik Indonesia. 1998. *Al Qur'an dan Terjemahannya*. Semarang : PT Kumudasmoro Grafindo.  
\*\*) Santoso, Slamet. 2014. Motto hidup berdasarkan Al-Quran dan Hadis. <http://uzumet.blogspot.com>[diakses 20 November 2016]  
\*\*\*) A. fuadi. 2014. *131 Pintu Cahaya Dari Timur*. Jakarta. PT Gramedia Pustaka Utama

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Moh Ridwan Nullah

NIM : 121710101096

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Beras Cerdas Berbasis MOCAF, Tepung Jagung dan Tepung Fungsional Termodifikasi Koro Kratok” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali dalam kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan dalam institusi mana pun. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 10 Maret 2017

Yang menyatakan,

Moh Ridwan Nullah  
NIM 121710101096

**SKRIPSI**

**KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK  
BERAS CERDAS BERBASIS MOCAF, TEPUNG JAGUNG DAN  
TEPUNG FUNGSIONAL TERMODIFIKASI KORO KRATOK**

Oleh

Moh Ridwan Nullah  
NIM 121710101096

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Ahmad Nafi' STP., M.P

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul “Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Beras Cerdas Berbasis MOCAF, Tepung Jagung dan Tepung Fungsional Termodifikasi Koro Kratok” karya Moh Ridwan Nullah NIM 121710101096 telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada:

Hari/tanggal : Selasa, 31 Januari 2017

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ahmad Nafi' STP., M.P  
NIP. 197804032003122001

Dr. Nita Kuswardhani, S.TP.,M.Eng  
NIP. 197107311997022001

Tim Penguji:

Ketua

Anggota

Ir. Giyarto M.Sc  
NIP. 196607181993031013

Nurud Diniyah, S.TP., M.P  
NIP. 198202192008122002

Mengesahkan  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

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



## RINGKASAN

**Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Beras Cerdas Berbasis MOCAF, Tepung Jagung dan Tepung Fungsional Termodifikasi Koro Kratok;** Moh Ridwan Nullah; 121710101096; 2017; 71 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Beras sebagai bahan pangan pokok belum cukup ketersediaannya, sehingga Indonesia masih impor beras setiap tahun. Beras cerdas merupakan diversifikasi pangan untuk mengurangi ketergantungan terhadap beras. Beras cerdas selama ini dikembangkan dari bahan MOCAF dan tepung jagung, sehingga kurang protein. Oleh karena itu, diperlukan bahan substitusi protein seperti TFT koro kratok. TFT koro kratok memiliki sifat fungsional yang baik dan kadar protein tinggi. Produksi beras cerdas dengan komposisi MOCAF, tepung jagung dan TFT koro kratok dapat menghasilkan bahan pangan pokok sebagai pengganti beras yang baik. Namun formulasi produksi beras cerdas tersebut belum diketahui. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menentukan formulasi yang terbaik beras cerdas substitusi TFT koro kratok dan mengetahui karakteristik beras cerdas substitusi TFT koro kratok.

Penelitian ini dilakukan dengan membuat formula beras cerdas berbasis variasi MOCAF, tepung jagung dan TFT koro kratok. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu rasio MOCAF, tepung jagung dan TFT koro kratok (Faktor A) dan lama pengukusan (Faktor B). Faktor A terdiri dari 3 level ((2:7:1) ; (2:6:2) ;(2:5:3)) dan Faktor B (10 menit dan 20 menit). Perlakuan tersebut dilakukan sebanyak tiga kali ulangan sehingga diperoleh 18 satuan percobaan. Variabel pengamatan yang dilakukan meliputi tingkat kecerahan (lightness), daya rehidrasi, daya kembang, kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat dan organoleptik berupa aroma, tekstur, rasa dan keseluruhan.



Hasil analisis menunjukkan bahwa formulasi terbaik terdapat pada rasio MOCAF 20%, tepung jagung 70% dan TFT koro kratok 10% dengan lama pengukusan selama 20 menit (A1B1) dengan nilai tingkat kecerahan (*lightness*) 62,61, daya kembang 112,04%, daya rehidrasi 99,22%, kadar air 12,12%, kadar abu 0,63%, kadar protein 7,47%, kadar lemak 1,76%, kadar karbohidrat 77,38%. Hasil kesukaan keseluruhan organoleptik pada rasio MOCAF 20%, tepung jagung 70% dan TFT koro kratok 10% antara lain rasa 3,24 (agak suka), aroma 3,44 (agak suka), tekstur 3,24 (agak suka), keseluruhan 3,68 (agak suka).



## SUMMARY

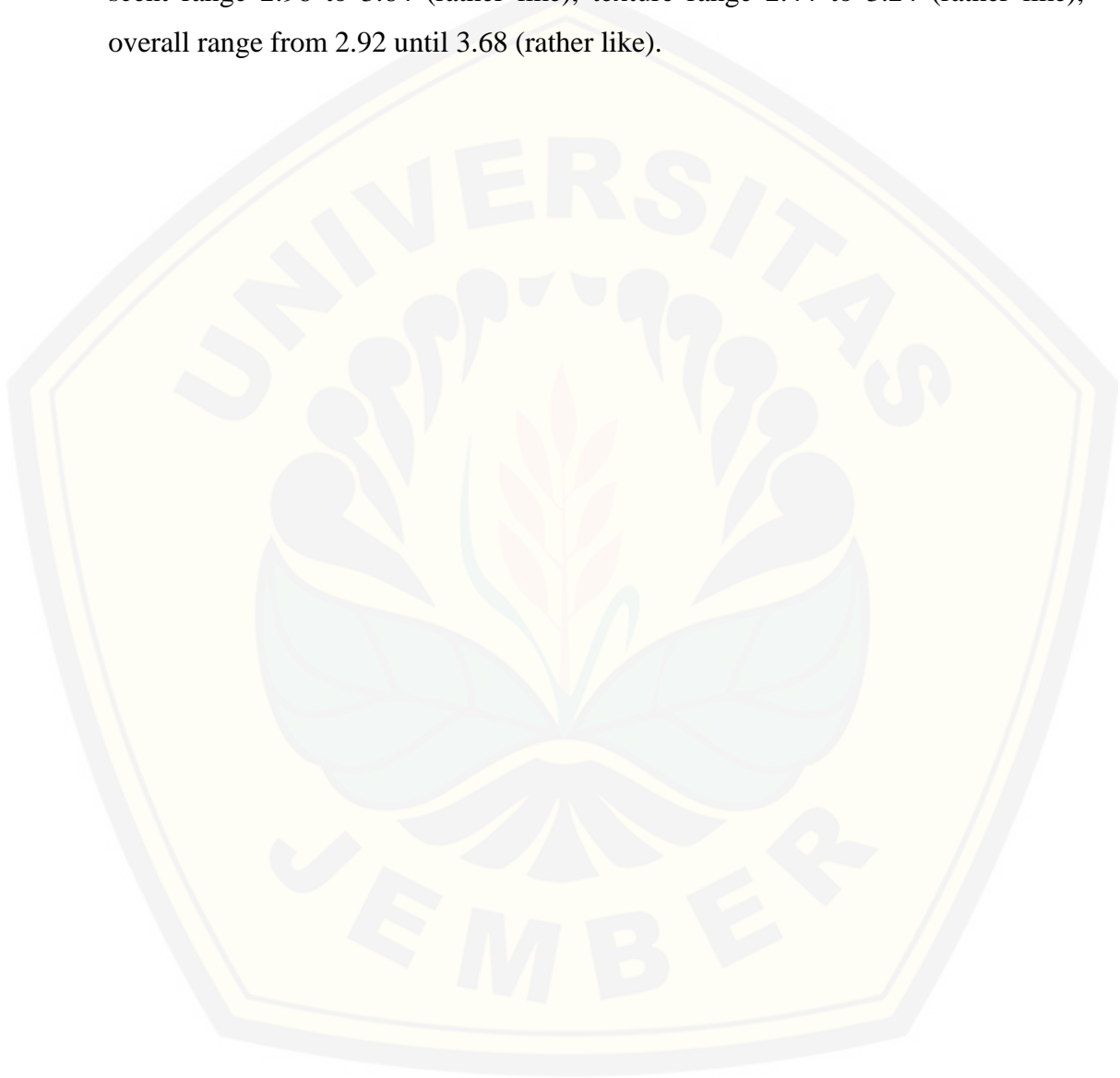
**Physicochemical and Organoleptic Characteristic of Beras Cerdas Produced from MOCAF, Corn Flour and Modified Lima Bean Flour;** Moh Ridwan Nullah; 121710101096; 2017; 71 pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

As a staple food, the availability of rice in Indonesia is not enough. Therefore, Indonesia has to imports rice every year. Beras cerdas is food's diversification to reduce dependency toward rice. Mostly, beras cerdas was developed from MOCAF and corn flour material has low protein. Because of that, protein material is needed to improve the protein content by modified lima bean flour. Modified lima bean flour has good functional properties and high protein levels. Production of beras cerdas with MOCAF, corn flour and modified lima bean flour composition can be produce the staple food for rice substitution. However, the formulation of beras cerdas production is not yet known. This research aims to determine the best formulation of beras cerdas substitution modified lima bean flour and analyze the characteristics of beras cerdas substitution modified lima bean flour.

This research is conducted by making beras cerdas formula variations of MOCAF, corns flour and modified lima bean flour. The research uses random design group (RAK) with two factors, namely the ratio of MOCAF, corn flour and modified lima bean flour (Factor A) and time of steaming (Factor B). A factor composed of 3 level ((2:1: 1); (2:6: 2); (2:5: 3)) and B (10 minutes and 20 minutes). The treatment was done with three times repetition so it is obtained 18 units of the experiment. Observation variable were the level of lightness, swelling power, power of rehydration, moisture content, the levels of ash, protein, fat, carbohydrate levels and organoleptic such as aroma, texture, flavor and overall.

The results of analysis showed that the best treatment is based on the effectiveness test is A1B2 (20% MOCAF , 70% corn flour and 10% modified

lima bean flour with time of steaming for 20 minutes) with lightness score 62,61, swelling power 112,04%, rehydration power 99,22%, moisture content 12,12%, ash content 0.63%, protein content 7.47%, fat content 1.76% and carbohydrate content 77.38%. Score a flavor beras cerdas ranges from 2.76 to 3.60 (rather like), scent range 2.96 to 3.64 (rather like), texture range 2.44 to 3.24 (rather like), overall range from 2.92 until 3.68 (rather like).



## PRAKATA

Rasa syukur kehadiran Allah SWT yang tak pernah lupa melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang luar biasa besar, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Karakterisasi Fisikokimia dan Organoleptik Beras Cerdas Berbasis MOCAF, Tepung Jagung dan Tepung Fungsional Termodifikasi Koro Kratok” dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karenanya penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno, S.TP., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Ir. Giyarto, M.Sc., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ahmad Nafi' S.TP., M.P., selaku dosen pembimbing utama yang telah meluangkan waktu, pikiran dan perhatian dalam membimbing penelitian skripsi ini;
4. Dr. Nita Kuswardhani, S.TP., M.Eng., selaku dosen pembimbing anggota yang telah memberikan arahan dan perbaikan dalam penyusunan skripsi ini;
5. Ir. Giyarto M.Sc dan Nurud Diniyah, S.TP., M.P., selaku tim penguji yang telah memberikan kritik, saran, serta bimbingan yang membangun dalam perbaikan penulisan skripsi ini;
6. Nenekku Mukani, Bapakku Seneman, Ibuku Suwarti, Kakakku Amir Mahmud, Mohammad Asrofi dan Leny Rizkiana terima kasih atas segala doa, kasih sayang, semangat dan motivasi yang tak terhingga dan sangat luar biasa;
7. teman-teman Futsal (Fajar, Kardiansyah, Helen, Anggi,) terimakasih atas semangat, bantuan dan motivasinya;
8. teman-teman THP C 2012 terima kasih atas cerita, segala doa, semangat, dan kasih sayang;

9. keluarga, dan sahabat-sahabat THP dan TEP 2012 serta Adik-adik Futsal FTP yang telah berbagi kisah, suka duka, dan pengalaman selama masa perkuliahan; dan
10. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah memberikan dukungan serta membantu pelaksanaan penelitian skripsi ataupun dalam penulisan skripsi sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Penulis berharap kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi sempurnanya tulisan ini. Semoga skripsi ini dapat menambah pengetahuan bagi pembaca.

Jember, 10 Maret 2017

Penulis

**DAFTAR ISI**

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBING</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>SUMMARY</b> .....	x
<b>PRAKATA</b> .....	xii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xvii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xviii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xix
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Perumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.4 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Koro Kratok (<i>Phaseolus lunatus</i> L.)</b> .....	4
2.1.1 Kandungan protein koro kratok .....	5
2.1.2 Tepung Fungsional Termodifikasi (TFT) .....	5
<b>2.2 Beras Cerdas</b> .....	6
<b>2.3 Karakteristik Beras Cerdas</b> .....	8
<b>2.4 Bahan Pembuatan Beras Cerdas</b> .....	8
2.4.1 MOCAF .....	8
2.4.2 Tepung jagung .....	9
2.4.3 Air .....	10
2.4.4 Minyak sawit.....	10

2.4.5	Gliserol monostearat (GMS).....	11
2.4.6	Susu Skim .....	11
<b>2.5</b>	<b>Proses Pengolahan Beras Cerdas .....</b>	<b>12</b>
2.5.1	Formulasi .....	12
2.5.2	Ekstrusi .....	13
2.5.3	Pengukusan .....	13
2.5.4	Pengeringan.....	14
<b>2.6</b>	<b>Perubahan yang Terjadi Selama Pembuatan Beras Cerdas ..</b>	<b>15</b>
2.6.1	Gelatinisasi.....	15
2.6.2	Retrogradasi .....	16
2.6.3	Pencoklatan ( <i>Browning</i> ).....	17
2.6.4	Denaturasi dan gelasi protein.....	17
<b>BAB 3.</b>	<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Tempat dan Waktu penelitian .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2</b>	<b>Bahan dan Alat Penelitian.....</b>	<b>19</b>
3.2.1	Bahan Penelitian .....	19
3.2.2	Alat Penelitian .....	19
<b>3.3</b>	<b>Pelaksanaan Penelitian.....</b>	<b>20</b>
3.3.1	Rancangan Penelitian.....	20
3.3.2	Rancangan Percobaan .....	24
3.3.3	Analisis Data .....	24
3.3.4	Variabel Pengamatan .....	25
<b>3.4</b>	<b>Prosedur Analisis .....</b>	<b>25</b>
3.4.1	Sifat Fisik.....	25
3.4.2	Sifat Kimia.....	26
3.4.3	Sifat Organoleptik.....	28
3.4.4	Penentuan Formula Terbaik.....	28
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Sifat Fisik Beras Cerdas Berbasis MOCAF, Tepung Jagung dan TFT Koro Kratok .....</b>	<b>30</b>
4.1.1	Tingkat kecerahan ( <i>lightness</i> ).....	30



4.1.2	Daya rehidrasi .....	31
4.1.3	Daya kembang .....	32
<b>4.2</b>	<b>Sifat Kimia Beras Cerdas Berbasis MOCAF, Tepung Jagung dan TFT Koro Kratok .....</b>	<b>33</b>
4.2.1	Kadar air.....	33
4.2.2	Kadar abu.....	35
4.2.3	Kadar protein .....	36
4.2.4	Kadar lemak.....	37
4.2.5	Karbohidrat .....	38
<b>4.3</b>	<b>Karakteristik Organoleptik Beras Cerdas Berbasis MOCAF, Tepung Jagung dan TFT Koro Kratok .....</b>	<b>39</b>
4.3.1	Tingkat kesukaan rasa.....	39
4.3.2	Tingkat kesukaan aroma .....	40
4.3.3	Tingkat kesukaan tekstur .....	41
4.3.4	Tingkat kesukaan keseluruhan.....	42
<b>4.4</b>	<b>Uji efektifitas beras cerdas Berbasis MOCAF Tepung Jagung dan TFT Koro Kratok .....</b>	<b>43</b>
<b>BAB 5</b>	<b>PENUTUP.....</b>	<b>45</b>
5.1	Kesimpulan .....	45
5.2	Saran .....	45
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>46</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>51</b>

**DAFTAR TABEL**

	Halaman
2.1 Karakteristik dan komposisi kimia tepung koro kratok .....	5
2.2 Fraksinasi protein koro kratok .....	5
2.3 Karakteristik dan komposisi kimia TFT koro kratok .....	6
2.4 Karakteristik dan komposisi beras cerdas .....	8
2.5 Komposisi kimia MOCAF .....	9
2.6. Komposisi kimia tepung jagung dalam 100 g Bahan.....	10
2.7 Komposisi kimia susu bubuk skim tiap 100 gram .....	12
3.1 Kombinasi perlakuan dari kedua faktor .....	24

**DAFTAR GAMBAR**

	Halaman
2.1 Koro kratok putih .....	4
3.1 Diagram alir proses pembuatan TFT koro kratok .....	22
4.1 Tingkat kecerahan ( <i>lightness</i> ) beras cerdas.....	30
4.2 Daya rehidrasi beras cerdas.....	31
4.3 Daya kembang beras cerdas .....	32
4.4 Kadar air beras cerdas .....	34
4.5 Kadar abu beras cerdas.....	35
4.6 Kadar protein beras cerdas .....	36
4.7 Kadar lemak beras cerdas.....	37
4.8 Kadar karbohidrat beras cerdas .....	38
4.9 Tingkat kesukaan rasa beras cerdas .....	39
4.10 Tingkat kesukaan aroma beras cerdas.....	40
4.11 Tingkat kesukaan tekstur beras cerdas .....	41
4.12 Tingkat kesukaan keseluruhan beras cerdas .....	43

**DAFTAR LAMPIRAN**

	Halaman
LAMPIRAN A. Analisis kecerahan ( <i>lightness</i> ).....	51
LAMPIRAN B. Analisis daya Rehidrasi .....	52
LAMPIRAN C. Analisis daya kembang.....	53
LAMPIRAN D. Analisis kadar air.....	54
LAMPIRAN E. Analisis kadar abu.....	55
LAMPIRAN F. Analisis kadar protein .....	57
LAMPIRAN G. Analisis kadar lemak .....	58
LAMPIRAN H. Analisis kadar karbohidrat.....	59
LAMPIRAN I. Analisis kesukaan rasa .....	61
LAMPIRAN J. Analisis kesukaan aroma .....	63
LAMPIRAN K. Analisis kesukaan tekstur .....	65
LAMPIRAN L. Analisis kesukaan keseluruhan .....	67
LAMPIRAN M. Data pengamatan dan hasil perhitungan uji efektivitas .....	69
LAMPIRAN N. Gambar beras cerdas .....	71

## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beras merupakan bahan pangan pokok sumber karbohidrat sebagian besar penduduk Indonesia (Adriana, 2007). Tingkat konsumsi penduduk Indonesia pada beras mencapai 139 kg/kapita/tahun (BPS, 2010). Nilai tersebut terus meningkat seiring dengan pertambahan penduduk. Produksi beras sering mengalami penurunan akibat bencana alam yang melanda daerah-daerah produktif serta alih fungsi lahan sawah ke non sawah. Pada tahun 2015 Indonesia masih mengimpor beras mencapai 1 juta ton (BPS, 2016). Diversifikasi pangan merupakan solusi untuk mencapai ketahanan pangan, sehingga dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor beras tersebut (Adriana, 2007).

Beras cerdas merupakan salah satu alternatif diversifikasi pangan yang dapat dikembangkan untuk mengurangi konsumsi beras. Beras cerdas adalah beras buatan dengan karakteristik yang baik dan identik dengan beras. Beras cerdas berbahan baku lokal dengan presentasi yang cukup dan mengandung nutrisi minimal sebaik beras. Bahan dasar beras cerdas terdiri dari tepung MOCAF yang disubstitusi dengan tepung tepung jagung. Pengembangan beras cerdas sangat penting sebagai bentuk diversifikasi beras yang merupakan makanan pokok bangsa Indonesia (Subagio dan Windrati, 2012).

Penelitian mengenai pembuatan beras analog akhir-akhir ini sudah banyak dilakukan. Agusman *et al.* (2014), menyatakan bahwa beras analog yang terbuat dari tepung rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dan *Modified cassava flour* (MOCAF) memiliki rendemen dan serat yang tinggi namun belum menyerupai beras. Beras analog yang kaya serat dapat bermanfaat untuk mengurangi kolesterol, mencegah obesitas atau untuk penderita diabetes yang perlu mengkonsumsi karbohidrat rendah kalori. Beras analog juga dikembangkan untuk menambah mineral dan vitamin pada beras (Budijanto dan Yuliyanti, 2012).

Bahan utama pembuatan beras cerdas yang digunakan yaitu MOCAF dan tepung jagung yang merupakan sumber karbohidrat. Untuk menambah nilai gizi

dan sifat fungsionalnya maka perlu inovasi pembuatan beras cerdas dengan bahan sumber protein. Bahan pangan berprotein yang berpotensi digunakan dalam pembuatan beras cerdas salah satunya yaitu tepung fungsional termodifikasi koro kratok (TFT). Tepung fungsional termodifikasi merupakan tepung yang dikembangkan melalui proses fermentasi biji kratok oleh bakteri-bakteri pembentuk asam, terutama bakteri asam laktat (BAL) yang dapat meningkatkan sifat fungsional dan nutrisionalnya (Nafi' *et al.*, 2013).

Tepung fungsional termodifikasi koro kratok memiliki sifat fungsional teknis yang baik meliputi *water holding capacity* (WHC) berkisar antara 168,19% sampai 189,49%, *oil holding capacity* (OHC) berkisar antara 184,02% sampai 250,01%, aktivitas emulsi berkisar 305,57 sampai 333,63 m<sup>2</sup>/g dan stabilitas emulsi pada kisaran 3,51 sampai 3,66 jam (Nafi' *et al.*, 2013). Sifat fungsional pada tepung koro yang cukup baik membuat tepung koro kratok dapat digunakan sebagai food ingredient baru pada pangan olahan seperti sosis, cake, cookies dan nugget (Nafi' *et al.*, 2013). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh dari pemberian tepung termodifikasi koro kratok terhadap sifat fisik, kimia, serta organoleptik beras cerdas.

## 1.2 Perumusan Masalah

Beras cerdas selama ini berkomposisi MOCAF dan Tepung jagung, sehingga kurang protein dan karakteristiknya belum bisa seperti beras original. Perbaikan formulasi pembuatan beras cerdas menjadi alternatif solusi yang baik guna meningkatkan nilai gizi dan performasinya. Karakteristik seperti *lightness*, daya kembang, daya rehidrasi dan komposisi kimia beras cerdas dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu lama pengukusan. Lama pengukusan pada beras cerdas menyebabkan granula pati lebih resisten terhadap panas sehingga menurunkan kemampuan mengembang granula dan menyebabkan terjadinya penurunan viskositas maksimum (Malumba *et al.*, 2010). Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh formulasi dan lama pengukusan terhadap sifat fisik, kimia dan organoleptik beras cerdas.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini antara lain :

- a. Mengetahui karakteristik fisik, kimia dan organoleptik beras cerdas yang dihasilkan, dan
- b. Menentukan formula terbaik beras cerdas berbasis MOCAF, tepung jagung dan TFT koro kratok.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat antara lain:

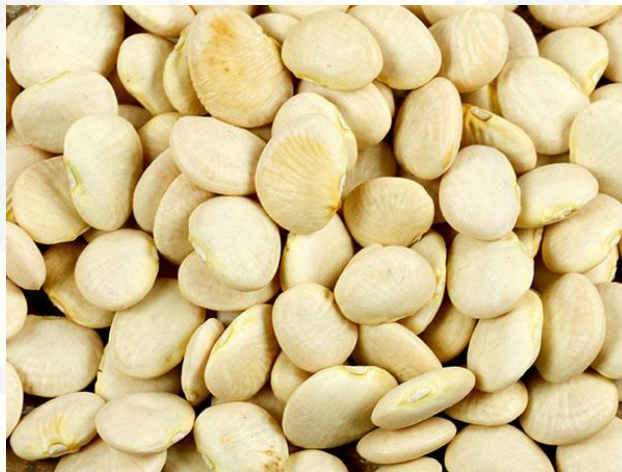
- a. Meningkatkan nilai jual koro kratok dan pengolahannya serta memberi informasi penggunaan MOCAF, tepung jagung dan TFT koro kratok.
- b. Sebagai upaya diversifikasi pangan pengganti beras dan sebagai acuan atau referensi untuk penelitian beras cerdas selanjutnya.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Koro Kratok (*Phaseolus lunatus* L).

Indonesia kaya akan jenis polong-polongan yang dibudidayakan, salah satunya adalah koro kratok. Koro kratok berasal dari negara neutropik dengan dua daerah domestika, amerika tengah (Meksiko, Geutemala) untuk yang berbiji kecil dan amerika selatan (terutama Peru) yang berbiji besar. Tanaman koro kratok dikenal di beberapa negara dengan nama daerah, antara lain: *Lima Bean*, *Butter Bean*, *Madagaskar Bean* (Inggris), Kacang Jawa, Kekoro Kratok (Malaysia) (Maesan dan Somaatmadja, 1993). Tanaman kratok dapat menghasilkan buah secara terus menerus selama beberapa minggu, biji kering yang dihasilkan antara 100-2000 kg/ha (Rubatzky dan Yamauguchi, 1998). Gambar koro kratok dapat dilihat pada **Gambar 2.1**



**Gambar 2.1** Koro kratok putih (koleksi penulis, 2016)

Koro kratok merupakan salah satu sumber bahan pangan fungsional yang perlu dipertimbangkan. Kandungan protein koro kratok yang tinggi dapat digunakan sebagai protein nabati pengganti protein hewani karena memiliki keseimbangan asam amino yang baik dan *bio-avaibility* yang tinggi (Subagio *et*

*al.*, 2006). Secara keseluruhan komposisi kimia tepung koro kratok dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

**Tabel 2.1** Karakteristik dan komposisi kimia tepung koro kratok

Komponen	Jumlah
Air	9,0-10,28%
Protein	19,93-21,40%
Lemak	0,99-1,21%
Karbohidrat	60,55-74,62%
Abu	3,46-3,61%
Daya emulsi	121,76-164,28 m <sup>2</sup> /g
Stabilitas emulsi	2,89-4,39 jam
Daya buih	25-55%
Stabilitas buih	5,12-10%
OHC	213,37-255,71%
WHC	127,88-188,47%

Sumber : (Diniyah *et al.*, 2013).

#### 2.1.1 Kandungan protein koro kratok

Koro kratok mengandung protein yang cukup tinggi, protein pada biji-bijian koro berupa albumin, globulin dan glutenin sesuai klasifikasi dengan metode *Osborne* (Nielsen, 1997). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Fraksinasi protein koro kratok didapatkan 4 jenis protein, seperti terlihat dalam **Tabel 2.2**

**Tabel 2.2** Fraksinasi protein koro kratok

Protein	konsentrasi
Albumin	38,98
Globulin	25,42
Fraksi larut NaOH	35,60
Prolamin	ND

Sumber : (Robert *et al.*, 1985)

#### 2.1.2 Tepung Fungsional Termodifikasi (TFT)

Tepung fungsional termodifikasi merupakan tepung yang dikembangkan melalui fermentasi dan penepungan. Perendaman biji dalam air dapat menyebabkan terjadinya fermentasi alami yang dilakukan oleh bakteri-bakteri

pembentuk asam, terutama bakteri asam laktat (BAL) yang dapat meningkatkan sifat fungsional dan nutrisionalnya (Nafi' *et al.*, 2013).

Selama perendaman, biji mengalami hidrasi hingga kadar air naik dua kali lipat dari kadar air semula. Perendaman tersebut memberi kesempatan pertumbuhan bakteri-bakteri asam laktat sehingga terjadi penurunan pH dalam biji menjadi 4,5 – 5,3. Fermentasi selama perendaman oleh bakteri mempunyai arti penting ditinjau dari aspek gizi, apabila asam yang dibentuk berasal dari gula stakhiosa dan rafinosa (Rahayu dan Sudarmadji, 1989).

Tepung fungsional termodifikasi koro kratok memiliki sifat fungsional teknis yang baik meliputi *water holding capacity* (WHC), *oil holding capacity* (OHC), aktivitas emulsi dan stabilitas emulsi. Sifat fungsional pada tepung koro yang cukup baik membuat tepung koro kratok dapat digunakan sebagai food ingredient baru pada pangan olahan seperti sosis, cake, cookies dan nugget (Nafi' *et al.*, 2013). Secara keseluruhan komposisi kimia TFT koro kratok dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

**Tabel 2.3** Karakteristik dan komposisi kimia TFT koro kratok

Komponen	Jumlah
Air	8,10-9,16%
Protein	30,37-33,74%
Lemak	1,88 - 2,18%
Karbohidrat	56,15-74,2%
Abu	3,5-5,52%
Daya emulsi	305,57 - 333,63 m <sup>2</sup> /g
Stabilitas emulsi	3,51 - 3,66 jam
Daya buih	18,82 - 28,22%
Stabilitas buih	13,37 - 26,52%
OHC	184,02% -250,01%
WHC	168,19% -189,49%

Sumber : (Nafi' *et al.*, 2013).

## 2.2 Beras Cerdas

Beras cerdas adalah beras analog yang dikembangkan dengan karakteristik yang baik dan identik dengan beras. Beras cerdas terbuat dari bahan baku lokal dengan presentasi yang cukup dan mengandung nutrisi minimal sebaik beras (Subagio dan Windrati, 2012).

Disebut cerdas karena mempunyai 5 konsep kecerdasan, yaitu :

a) Cerdas dalam bahan baku

Beras tersebut dikonstruksikan dari tepung-tepung lokal khususnya MOCAF, dan berbahan bahan baku yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan target konsumen.

b) Cerdas dalam proses

Ceras tersebut diproses dengan teknologi yang mudah dan murah, sehingga dapat dilakukan diproduksi dengan peralatan yang bisa dibuat oleh putera Indonesia.

c) Cerdas dalam cara masak

Beras tersebut dapat dimasak dengan cara sederhana meniru kebiasaan orang Indonesia dalam mengolah beras, dan “*all in one*”, sekali memasak akan mendapatkan masakan yang lengkap.

d) Cerdas dalam pemanfaatan bagi kesehatan

Dengan bahan baku yang cerdas, beras yang dihasilkan dapat disesuaikan untuk target spesifik untuk kesehatan, misalnya “beras cerdas” untuk anak rawan gizi, ibu hamil, penderita diabet dan sebagainya,

e) Cerdas untuk pembangunan nutrisi, ekonomi dan kesejahteraan rakyat.

Proses pembuatan beras analog ini dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu metode pembutiran (granulasi) dan metode ekstrusi. Perbedaan nyata kedua metode ini adalah dari bentuk akhir beras yang dihasilkan. Pada pembuatan beras analog menggunakan metode pembutiran beras akan memiliki bentuk bulat seperti sagu mutiara, sedangkan pada metode ekstrusi bentuk produk terlihat lonjong dan hampir menyerupai butir beras. Kelebihan lain penggunaan teknologi ekstrusi adalah kapasitas produksi alat ekstruder yang tinggi sehingga beras dapat diproduksi secara masal. Oleh karena itu, metode ekstrusi menjadi pilihan terbaik dalam pembuatan beras analog. Karakteristik beras cerdas meliputi sifat fisis, kemas, sensoris dan nutrisi yang telah disesuaikan dengan sasaran konsumen masyarakat umum, ibu hamil atau menyusui, anak usia pertumbuhan dan anak rawan gizi serta penderita degeneratif seperti hipertensi dan diabetes (Subagio dan Windrati, 2012).

### 2.3 Karakteristik Beras Cerdas

Beras Cerdas adalah produk dengan karakteristik menyerupai beras padi dengan menggunakan bahan baku berupa MOCAF dan tepung beras. Karakterisasi beras cerdas berdasarkan sifat kimia, fisik, dan organoleptiknya menunjukkan Beras Cerdas mempunyai kadar air pada kisaran 9 % (db) yang dapat menjamin daya simpan yang bagus. Sifat fisik beras cerdas yang meliputi derajat putih, daya kembang, bahan terdispersi, dan daya rehidrasi juga sangat dipengaruhi oleh formula perbandingan MOCAF dan tepung beras. Karakteristik Beras Cerdas berbasis MOCAF dan tepung jagung dapat dilihat dalam **Tabel 2.4**

**Tabel 2.4** Karakteristik dan komposisi beras cerdas berbahan baku MOCAF dan tepung jagung

Komposisi	konsentrasi (% , Berat kering)
Karbohidrat	82,57 %
Protein	6,22 %
Lemak	1,07 %
Abu	1,07 %
Air	9,07 %
Derajat putih	67,48
Daya kembang	59,94 %
Daya rehidrasi	124,20 %

Sumber : (Nafi' *et al.*, 2015)

### 2.4 Bahan Pembuatan Beras Cerdas

#### 2.4.1 MOCAF

MOCAF (*Modified Cassava Flour*) adalah produk tepung dari singkong yang dikembangkan menggunakan prinsip modifikasi sel singkong secara fermentasi. Mikroba yang tumbuh menyebabkan perubahan karakteristik pada tepung yang dihasilkan, yaitu berupa naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Mikroba juga menghasilkan asam-asam organik, terutama asam laktat yang akan terimbi-bisi dalam tepung, dan ketika tepung tersebut diolah akan dapat menghasilkan aroma dan citra rasa khas, yang dapat menutupi aroma dan citra rasa singkong yang cenderung tidak menyenangkan konsumen (Subagio *et al.*, 2006).



MOCAF memiliki keunggulan yaitu kandungan serat terlarut lebih tinggi daripada tepung gapek, kandungan kalsium lebih tinggi (58%) dibanding padi (6%) /gandum (16%), oligasakarida penyebab flatulensi sudah terhidrolis, mempunyai daya kembang setara dengan gandum tipe II (kadar protein menengah), dan daya cerna lebih tinggi dibandingkan dengan tapioka gapek (Subagio *et al.*, 2006). Komposisi kimia MOCAF dapat dilihat pada **Tabel 2.5**.

**Tabel 2.5** Komposisi kimia MOCAF

Komponen	%
Bahan Kering	87,99
Air	12,01
Protein kasar	3,42
Lemak kasar	0,83
Serat kasar	2,39
Abu	1,44

Sumber : (Subagio *et al.*, 2006)

#### 2.4.2 Tepung jagung

Tepung jagung adalah tepung yang diperoleh dengan cara menggiling biji jagung (*Zea mays* L) yang bersih dan baik melalui proses pemisahan kulit, endosperm, lembaga, dan *tip cap*. Endosperm merupakan bagian biji jagung yang digiling menjadi tepung dan memiliki kadar karbohidrat yang tinggi. Kulit biji jagung memiliki kandungan serat yang tinggi sehingga kulit harus dipisahkan dari endosperm karena dapat membuat tepung bertekstur kasar, sedangkan lembaga merupakan bagian biji jagung yang paling tinggi kandungan lemaknya sehingga harus dipisahkan karena lemak yang terkandung di dalam lembaga dapat membuat tepung tengik. *Tip cap* merupakan tempat melekatnya biji jagung pada tongkol jagung yang harus dipisahkan sebelum proses penepungan agar tidak terdapat butir-butir hitam pada tepung (Badan Standarisasi Nasional, 1993).

Tepung jagung dapat diolah menjadi berbagai makanan atau sebagai pensubstitusi terigu pada proporsi tertentu, sesuai dengan bentuk produk olahan yang diinginkan (Suarni dan Widowati, 2006). Tepung jagung bersifat fleksibel karena dapat digunakan sebagai bahan baku berbagai produk pangan dan relatif mudah diterima masyarakat, karena telah terbiasa menggunakan bahan tepung,

seperti halnya tepung beras dan terigu. Pemanfaatan tepung jagung pada berbagai bahan dasar pangan antara lain untuk kue basah, kue kering, mie kering, dan roti-rotian. Komposisi kimia tepung jagung dalam 100 g bahan menurut dapat dilihat pada **Tabel 2.6**.

**Tabel 2.6.** Komposisi kimia tepung jagung dalam 100 g bahan

Komposisi	Jumlah
Kalori (kal)	355
Abu (g)	0.5
Protein (g)	8.9
Lemak (g)	3.3
Karbohidrat (g)	73.7

Sumber : (Suarni dan Widowati, 2006).

#### 2.4.3 Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi kenampakan, tekstur, serta cita rasa makanan. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan *acceptability*, kesegaran, dan daya tahan makanan. Air dalam bahan pangan berperan sebagai pelarut dalam beberapa komponen di samping ikut sebagai bahan pereaksi (Winarno, 1997).

Air dianggap sebagai suatu agensia pengeras karena air dapat bergabung dengan protein dalam tepung dan dapat membantu dalam pembentukan gluten. Air memungkinkan terbentuknya gluten (kandungan protein), gluten terbentuk hanya bila tepung dibasahi dengan air. Air berperan mengontrol suhu adonan, dan pemanasan atau pendinginan suhu adonan dapat diatur dengan penggunaan air. Air melarutkan garam, menahan dan menyebarkan bahan-bahan bukan tepung secara seragam. Air membasahi dan mengembangkan pati serta menjadikan dapat dicerna (Desroiser, 1988).

#### 2.4.4 Minyak sawit

Minyak sawit adalah minyak yang diperoleh dari hasil ekstraksi buah kelapa sawit. Minyak sawit secara alami berwarna kemerahan karena mengandung beta karoten yang tinggi. Minyak sawit mengandung kalori, lemak, dan vitamin A. Minyak sawit sering dimanfaatkan sebagai minyak goreng yang



berfungsi sebagai penghantar panas, penambahan rasa gurih, dan penambah kalori bahan (Winarno, 1997).

Minyak sawit dalam pembuatan beras cerdas berfungsi sebagai penambah nilai kalori serta bila dicampur dengan protein dan pati dapat memperbaiki tekstur dan kenampakan pada waktu pembentukan adonan sehingga mengurangi kelarutan pati pada waktu pemasakan (Subagio dan Windrati, 2012).

#### 2.4.5 Gliserol monostearat (GMS)

Gliserol monostearat merupakan senyawa ester yang dihasilkan dari reaksi esterifikasi antara gliserol dengan asam stearat. Pembuatan gliserol stearat ini dilakukan dalam temperature 140°-190°C dengan waktu yang digunakan untuk percobaan adalah 8 jam, kondisi optimal dihasilkan pada temperature 180°C dengan waktu reaksi 8 jam yaitu diperoleh ester 94,58 %, katalis yang digunakan katalis asam (HCl) dan basa (KOH) dengan konsentrasi 0,75% (Hilyati *et al.*, 2001).

Kegunaan produk GMS (gliserol monostearat) ini adalah untuk surfaktan non-ionik pada industri oleokimia, GMS ini digunakan dalam shampo sebagai pearlizing agent, emulsifier dan *lotion*, dalam industri makanan (ice cream, butter, dan lain-lain). GMS juga berfungsi sebagai pelumas pada barel ekstruksi sehingga dapat mengurangi panas proses ekstruksi (Singh, 2000).

#### 2.4.6 Susu Skim

Susu skim adalah bagian susu yang tertinggal setelah krim diambil sebagian dan seluruhnya. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin-vitamin yang larut lemak (Buckle *et al.*, 1985). Susu skim mengandung lemak dalam jumlah kecil dan merupakan suplemen yang bermanfaat karena mengandung sekitar 37% protein, kalsium, dan riboflavin dengan kadar yang tinggi. Susu skim ditambahkan untuk memperbaiki penerimaan seperti warna, rasa dan aroma, serta sebagai bahan pengisi, menyerap air, mengontrol pengembangan adonan, dan dapat meningkatkan gizi (Gaman dan sherington, 1994). Komposisi kimia susu skim dapat dilihat pada **Tabel 2.7**.

**Tabel 2.7** Komposisi kimia susu bubuk skim tiap 100 gram

Kandungan gizi	Rata-rata kandungan
Air	4 gram
Protein	35,6 gram
Lemak	1.0 gram
Kalsium	1300 mg

Sumber: Poedjiadi dan Supriyanti (2006)

## 2.5 Proses Pengolahan Beras Cerdas

Secara umum proses pembuatan beras cerdas hampir sama dengan proses pembuatan produk-produk ekstrusi lainnya yang terdiri dari empat tahap, antara lain: formulasi, ekstrusi, pengukusan dan pengeringan. Pembuatan beras cerdas diawali dengan pencampuran bahan - bahan (Air, minyak, gliserol monosterat (GMS), dan garam yang telah dihomogenkan dan pemanasan pada suhu yang tepat (80-90°C). Setelah itu penuangan campuran tepung kedalam adonan sesuai variasi perbandingan yang ditentukan.

Setelah semua bahan tercampur, dilakukan peng-*ulen*-an sampai adonan kalis (tidak lengket) dan tercampur rata. Selanjutnya dilakukan proses ekstruksi menggunakan mesin ekstruder yang terdiri dari dua tahap yaitu peng-*ulen*-an adonan dan pencetakan melau lubang-lubang yang ada dalam ekstruder dan dipotong-potong membentuk butiran-butiran beras. Butiran beras selanjutnya dilakukan pengukusan selama 10 menit untuk proses pematangan dan gelatinisasi secara optimal. Selanjutnya nasi dikeringkan pada suhu 50°C selama 24 jam (Subagio *et al.*, 2012).

### 2.5.1 Formulasi

Tahapan formulasi bertujuan untuk membuat campuran bahan baku beras cerdas dengan komposisi yang diinginkan. Pati atau tepung yang merupakan bahan baku utama harus digiling untuk mendapatkan ukuran partikel tertentu (lolos No. 10 dan tertahan No. 300 *Standard mesh screen US*) (Mishra *et al.*, 2012). Selanjutnya *lipid* dan komponen *minor* lainnya seperti pengikat, *emulsifier* dan mineral ditambahkan dengan jumlah tertentu. Formula harus

mengandung cukup fraksi pati yang nantinya akan tergelatinisasi dan mengikat kuat produk. Pengikatan partikel-partikel di dalam beras cerdas juga bisa menggunakan bahan pengikat (*binding agent*). Pencampuran yang baik dibutuhkan agar permukaan partikel dapat kontak dengan air dan kukus (*steam*) yang ditambahkan. Waktu tinggal yang cukup juga diperlukan untuk memberikan kesempatan proses *difusi* uap air dan perpindahan panas dari permukaan ke bagian dalam partikel (Riaz, 2000).

### 2.5.2 Ekstrusi

Pada tahap ekstrusi adonan akan mengalami proses pemanasan lagi pada suhu yang sedikit lebih tinggi dibanding proses sebelumnya. Adonan juga akan mengalami proses homogenisasi lebih lanjut, pengaliran (*shearing*) dan pembentukan ketika keluar dari *die*. Proses degradasi pati menjadi molekul-molekul yang lebih kecil diminimalkan sehingga fungsi beras cerdas sebagai sumber karbohidrat tetap dapat dipertahankan. Pembuatan beras cerdas dengan proses ekstrusi bisa dilakukan dengan ekstruder ulir tunggal maupun ulir ganda. Namun ekstruder ulir ganda lebih banyak digunakan karena mempunyai kemampuan dan fleksibilitas yang lebih besar untuk mengendalikan parameter proses dan produk. Desain yang fleksibel memungkinkan perawatan *screw* dan *barrel* lebih cepat dan mudah (Guy, 2001).

### 2.5.3 Pengukusan

Pengukusan adalah proses pemanasan yang sering diterapkan dengan menggunakan banyak air, tetapi air tidak bersentuhan langsung dengan produk. Bahan makanan dibiarkan dalam panci tertutup dan dibiarkan mendidih. Pengukusan sebelum penyimpanan bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam bahan baku sehingga tekstur bahan menjadi kompak. Suhu air pengukusan yang digunakan harus lebih tinggi dari 66 °C tetapi kurang dari 82 °C. Proses pengukusan dapat menurunkan kadar zat gizi makanan, yang besarnya tergantung pada cara mengukus dan jenis makanan yang dikukus. Keragaman susut zat gizi di antara berbagai cara pengukusan terutama terjadi akibat degradasi oksidatif.

Proses pengolahan dengan pengukusan memiliki susut zat gizi yang lebih kecil dibandingkan dengan perebusan (Harris dan Karmas 1989).

Pengukusan tradisional dilakukan menggunakan air panas atau uap panas sebagai medium penghantar panas. Faktor yang mempengaruhi susut gizi selama pengukusan dengan air adalah faktor yang mempengaruhi pemindahan massa yaitu luas permukaan, konsentrasi zat terlarut dalam air panas dan pengadukan air. Proses pengukusan ada beberapa, dimana metode yang sering digunakan yaitu pengukusan dengan uap panas, pengukusan dengan gelombang mikro dan pengukusan dengan gas panas (Harris dan Karmas 1989).

Pengukusan dengan uap panas menghasilkan retensi zat gizi larut air yang lebih besar dibandingkan dengan pengukusan menggunakan air karena adanya pemanasan yang merata hampir di seluruh bagian bahan. Pada pengukusan konvensional, pada bagian tepi bahan akan mengalami pengukusan yang berlebihan, sedangkan pada bagian tengah hanya mengalami pengukusan yang sedikit (pengukusan tidak merata) (Harris dan Karmas 1989). Pengukusan dengan gas panas juga telah dikembangkan, terutama untuk mengurangi efluen yang timbul selama pengukusan. Meskipun digunakan suhu sampai 121 °C, suhu produk tidak akan melampaui 100 °C karena terjadi penguapan cairan di permukaan. Produk yang dikukus menggunakan air panas atau gas panas tidak memiliki perbedaan nyata dari kandungan gizinya (Harris dan Karmas 1989).

#### 2.5.4 Pengerinan

Pengerinan merupakan proses penurunan kadar air bahan sampai mencapai kadar air tertentu sehingga dapat memperlambat laju kerusakan produk akibat aktivitas biologi dan kimia. Pengerinan pada dasarnya merupakan proses perpindahan energi yang digunakan untuk menguapkan air yang berada dalam bahan, sehingga mencapai kadar air tertentu agar kerusakan bahan pangan dapat diperlambat. Kelembapan udara pengering harus memenuhi syarat yaitu sebesar 55 – 60% (Pinem, 2004). Menurut Juliana dan Somnaikubun (2008), pengerinan adalah suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air

dari suatu bahan melalui penerapan energi panas. Pengeringan dapat dilakukan dengan memanfaatkan energi surya (pengeringan alami) dan dapat juga dilakukan dengan menggunakan peralatan khusus yang digerakkan dengan tenaga listrik.

Proses pengeringan bahan pangan dipengaruhi oleh luas permukaan bahan pangan, suhu pengeringan, aliran udara, tekanan uap air dan sumber energi yang digunakan serta jenis bahan yang akan dikeringkan. Nilai gizi makanan yang kering akan lebih rendah jika dibandingkan dengan makanan yang segar. Pengeringan akan menyebabkan terjadinya perubahan warna, tekstur dan aroma bahan pangan. Pada umumnya bahan pangan yang dikeringkan akan mengalami pencoklatan (*browning*) yang disebabkan oleh reaksi-reaksi non-enzimatik. Pengeringan menyebabkan kadar air bahan pangan menjadi rendah yang juga akan menyebabkan zat-zat yang terdapat pada bahan pangan seperti protein, lemak, karbohidrat dan mineral akan lebih terkonsentrasi. Vitamin - vitamin yang terdapat dalam bahan pangan yang dikeringkan akan mengalami penurunan mutu, hal ini disebabkan karena ada beberapa vitamin yang tidak tahan terhadap suhu tinggi (Juliana dan Somnaikubun, 2008).

Pengeringan merupakan proses pengeluaran air dari dalam bahan secara termal untuk menghasilkan produk kering. Pada saat suatu bahan dikeringkan terjadi dua proses secara bersamaan yaitu perpindahan energi dalam bentuk panas dan perpindahan air atau uap air di dalam bahan ke permukaan. Pengeringan sudah dikenal sejak dulu sebagai metode pengawetan produk bahan. Faktor-faktor yang paling berpengaruh pada proses ini adalah suhu, kelembaban dan laju aliran udara pengering serta kadar air awal bahan (Corzo *et al.*, 2008).

## **2.6 Perubahan yang Terjadi Selama Pembuatan Beras Cerdas**

### **2.6.1 Gelatinisasi**

Gelatinisasi adalah fenomena pembentukan gel yang diawali dengan pembengkakan granula pati akibat penyerapan air. Proses pemanasan adonan tepung akan menyebabkan granula semakin membengkak karena penyerapan air semakin banyak. Pengembangan granula pati terjadi pada saat suhu sekitar 60-85°C. Pada suhu tersebut, granula-granula pati menggelembung hingga volumenya lima kali lipat volume semula. Ketika ukuran granula pati membesar,



campurannya menjadi kental. Pada saat suhu kira-kira 85°C granula pati pecah dan isinya terdispersi merata ke sekelilingnya. Molekul berantai panjang mulai membuka atau terurai sehingga campuran air dan pati menjadi kental membentuk gel. Proses ini disebut gelatinisasi (Gaman *et al.*, 1994). Ciri-ciri gelatinisasi suspensi pati yang keruh seperti susu akan menjadi jernih pada suhu tertentu tergantung jenis pati yang digunakan (Winarno, 2004).

Pada pembuatan beras cerdas gelatinisasi terjadi pada proses ekstruksi jika menggunakan ekstruksi panas. Menurut Mishra *et al.* (2012), menyatakan ekstruksi panas menggunakan temperature tinggi diatas 70 °C yang diperoleh dari pemanas kukus (*steam*) atau pemanas listrik (elemen) yang dipasang mengelilingi *barrel* dan *screw*. Pemanasan dan kompresi ini menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi baik secara parsial maupun total. Parameter output proses ekstruksi lainnya adalah gelatinisasi adonan di dalam *barrel* ekstruder, kadar air dan suhu produk (Campanella *et al.*, 2002). Pada pembuatan beras cerdas dengan ekstruksi dingin, gelatinisasi terjadi pada proses pengukusan, saat adonan berbentuk butiran beras terkena uap air panas yang menyebabkan butiran beras mengembang dari volume awal.

Rahman *et al.* (2015), melaporkan granula pati yang telah tergelatinisasi mengalami *deformasi* bentuk sehingga sifat-sifat tidak dapat kembali seperti sifat-sifat sebelum granula pati tergelatinisasi. Granula pati yang demikian mampu menyerap air lebih banyak namun tidak dapat mengembang lagi sebelum sebesar pati yang belum tergelatinisasi. Fenomena tersebut menyebabkan pengembangan volume beras tiruan semakin kecil seiring lama pengukusan.

### 2.6.2 Retrogradasi

Retrogradasi adalah suatu peristiwa pengkristalan kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi pati dan pendinginan. Pada keadaan ini amilosa membentuk struktur seperti Kristal, sedangkan amilopektin sedikit atau tidak sama sekali mengalami retrogradasi. Dalam keadaan ini amilopektin mungkin yang berperan dalam pengembangan volume pangan yang banyak mengandung pati

yang diolah melalui tahap-tahap gelatinisasi. Pengeringan dan perlakuan panas pada suhu tinggi (Haryadi, 1990).

Molekul-molekul amilosa akan lebih cepat mengalami retrogradasi karena molekul amilosa merupakan polimer kuat yang mempunyai rantai lurus, sebaliknya molekul-molekul amilopektin lebih lambat mengalami retrogradasi dibandingkan molekul amilosa. Hal ini disebabkan molekul-molekul amilopektin mempunyai rantai yang bercabang (Winarno, 2004).

### 2.6.3 Pencoklatan (*Browning*)

Pencoklatan (*Browning*) dibagi menjadi dua jenis, yaitu pencoklatan enzimatis dan pencoklatan non enzimatis. Pencoklatan enzimatis dapat terjadi pada bahan yang mengandung enzim polifenol oksidase dan berinteraksi dengan oksigen, sedangkan pencoklatan non enzimatis terdiri dari reaksi karamelisasi dan reaksi maillard (Winarno, 2004).

Pada pembuatan beras cerdas reaksi yang terjadi adalah reaksi non enzimatis yaitu reaksi maillard. Reaksi maillard adalah reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amina primer. Hasil reaksi tersebut menghasilkan bahan berwarna coklat, yang sering dikehendaki atau kadang-kadang menjadi pertanda penurunan mutu (Winarno, 2004). Reaksi maillard pada pembuatan beras cerdas terjadi saat dilakukan pengukusan, ditandai dengan perubahan warna pada butiran beras.

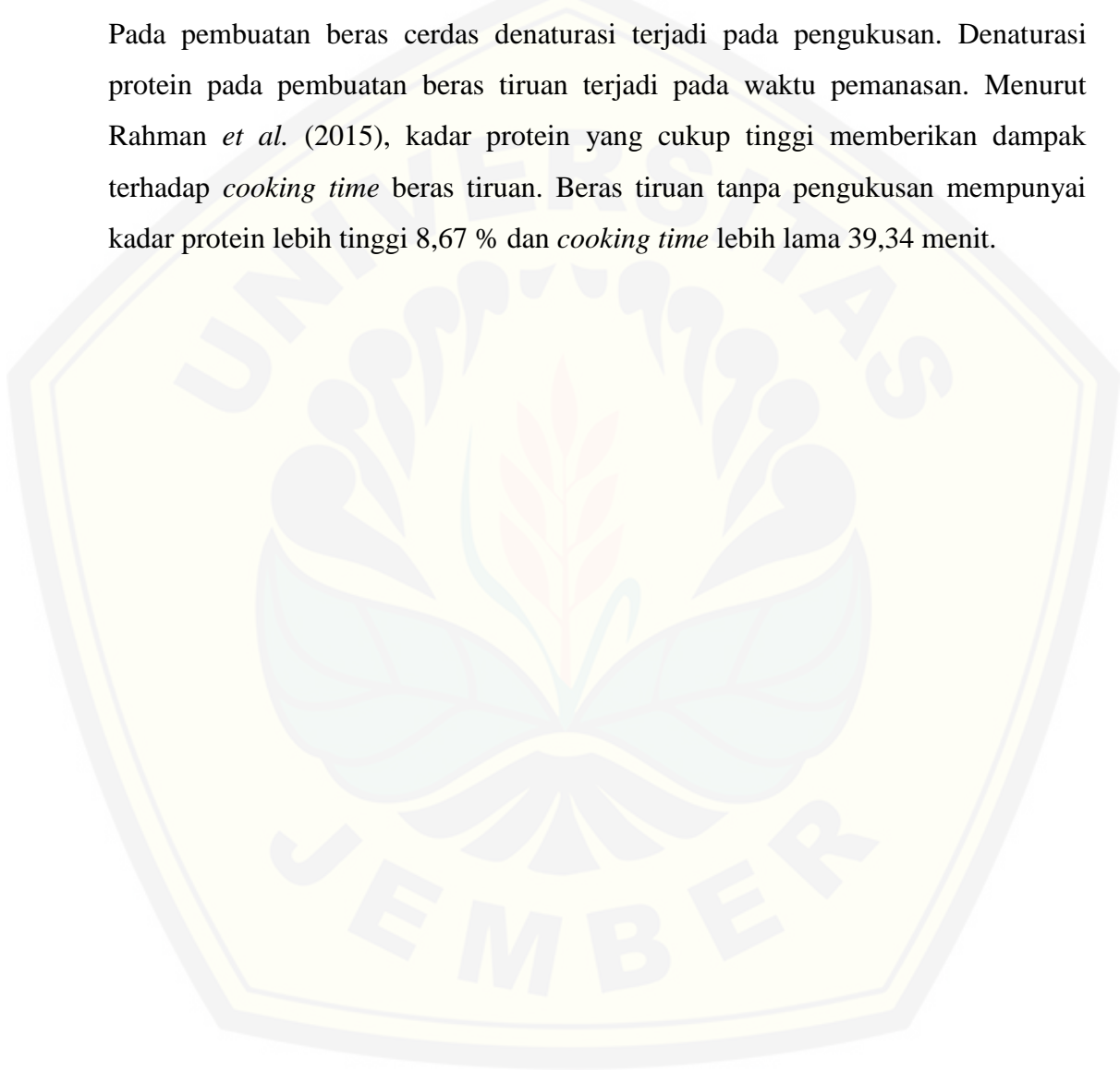
### 2.6.4 Denaturasi dan gelasi protein

Denaturasi protein merupakan perubahan atau modifikasi struktur sekunder, tersier dan kuartener pada molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan kovalen. Denaturasi tidak termasuk putusnya rantai peptida dalam proses hidrolisis. Oleh karena itu denaturasi dapat pula diartikan suatu proses terputusnya ikatan hydrogen, interaksi hidrofob, jembatan garam, interaksi dipol, ikatan ionik dan terbukanya lipatan molekul (Winarno, 2004). Denaturasi protein mengakibatkan perubahan konformasi, yaitu gugus hidrofobik terbalik keluar dan gugus hidrofilik terlipat kedalam. Gugus hidrofilik mengikat air sehingga terperangkap didalam jaringan. Jaringan yang terbentuk akan memerangkap air



dan jika mengalami pemanasan, maka akan terjadi peristiwa gelasi (pembentukan gel).

Pada umumnya protein sangat sensitif terhadap perubahan pH, konsentrasi ion dan suhu. Struktur asli protein tersusun atas ikatan yang lemah sehingga mudah rusak akibat perubahan pH, konsentrasi ion dan suhu (Bennion, 1980). Pada pembuatan beras cerdas denaturasi terjadi pada pengukusan. Denaturasi protein pada pembuatan beras tiruan terjadi pada waktu pemanasan. Menurut Rahman *et al.* (2015), kadar protein yang cukup tinggi memberikan dampak terhadap *cooking time* beras tiruan. Beras tiruan tanpa pengukusan mempunyai kadar protein lebih tinggi 8,67 % dan *cooking time* lebih lama 39,34 menit.



### BAB 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pangan dan Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan Hasil Pertanian, dan Laboratorium Analisa Terpadu Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian dimulai pada bulan Januari 2016 sampai dengan bulan Agustus 2016.

#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

##### 3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan dasar yang digunakan adalah MOCAF yang diperoleh dari Mister Te Jember dan koro kratok yang diperoleh dari kecamatan Cerme Bondowoso. Bahan tambahan yang digunakan antara lain yaitu air, minyak, gliseril monostearat (GMS), susu skim yang didapat dari toko di Pasar Tanjung Kabupaten Jember. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah asam sitrat, NaCl 10%, selenium, aquadest, asam borat 4%, indikator metil biru dan metil merah, HCl 0,02 N, petroleum benzene, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat dan kertas saring.

##### 3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan adalah ekstruder model HH-00001 (China), pisau, baskom, timbangan, loyang, alat-alat gelas, tampah, oven Memmert model 100-800, termometer, sendok, kompor, pengukus, blender, botol timbang, desikator, cawan porselen, penjepit, tanur pengabuan merk Nabertherm model H3, benang, alumunium foil, labu kjeldahl, alat kjeldahl Buchi K-355, soxhlet DET – GRAS N, labu lemak, penggiling single phase motor type JY 2D2, ayakan 60 mesh, *bulb pipet*, mortar, lemari pendingin, neraca analitik Ohaus typeBSA 2245 dan *colour reader* Minolta CR-10.

### 3.3 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu Penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan yaitu pembuatan TFT koro kratok dengan proses fermentasi terkontrol. Penelitian utama yaitu memformulasi MOCAF, tepung jagung, dan TFT koro kratok dan lama waktu pengukusan dalam pembuatan beras cerdas.

Beras cerdas yang sudah jadi selanjutnya dilakukan uji kimia dan organoleptik dengan uji mutu hedonik terhadap sampel beras cerdas dengan perlakuan yang berbeda. Pengujian ini dilakukan terhadap 30 panelis untuk menentukan satu perlakuan yang terbaik berdasarkan penilaian panelis terhadap atribut mutu tekstur beras, aroma, beras, dan rasa beras cerdas. Data uji organoleptik kemudian dikumpulkan dan dianalisis menggunakan uji Friedman.

#### 3.3.1 Rancangan Penelitian

##### a. Pembuatan TFT koro kratok.

Pembuatan TFT koro kratok diawali dengan perendaman koro kratok untuk menghilangkan kulit luar. Biji koro kratok yang sudah direndam, disortasi untuk mendapatkan biji yang seragam dan bebas dari cacat. Pencucian biji dilakukan setelah sortasi untuk menghilangkan kotoran yang menempel, penirisan dan pemecahan biji koro kratok.

Pembuatan tepung fungsional termodifikasi dilakukan dengan fermentasi pada biji pecah koro kratok. Pertama dilakukan perendaman dalam larutan asam sitrat, kemudian disterilisasi dengan sinar UV selama 30 menit untuk menghilangkan mikroorganisme lain yang dapat menghambat proses fermentasi oleh strain terspesifikasi. Setelah itu dilakukan inokulasi starter dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 36 jam.

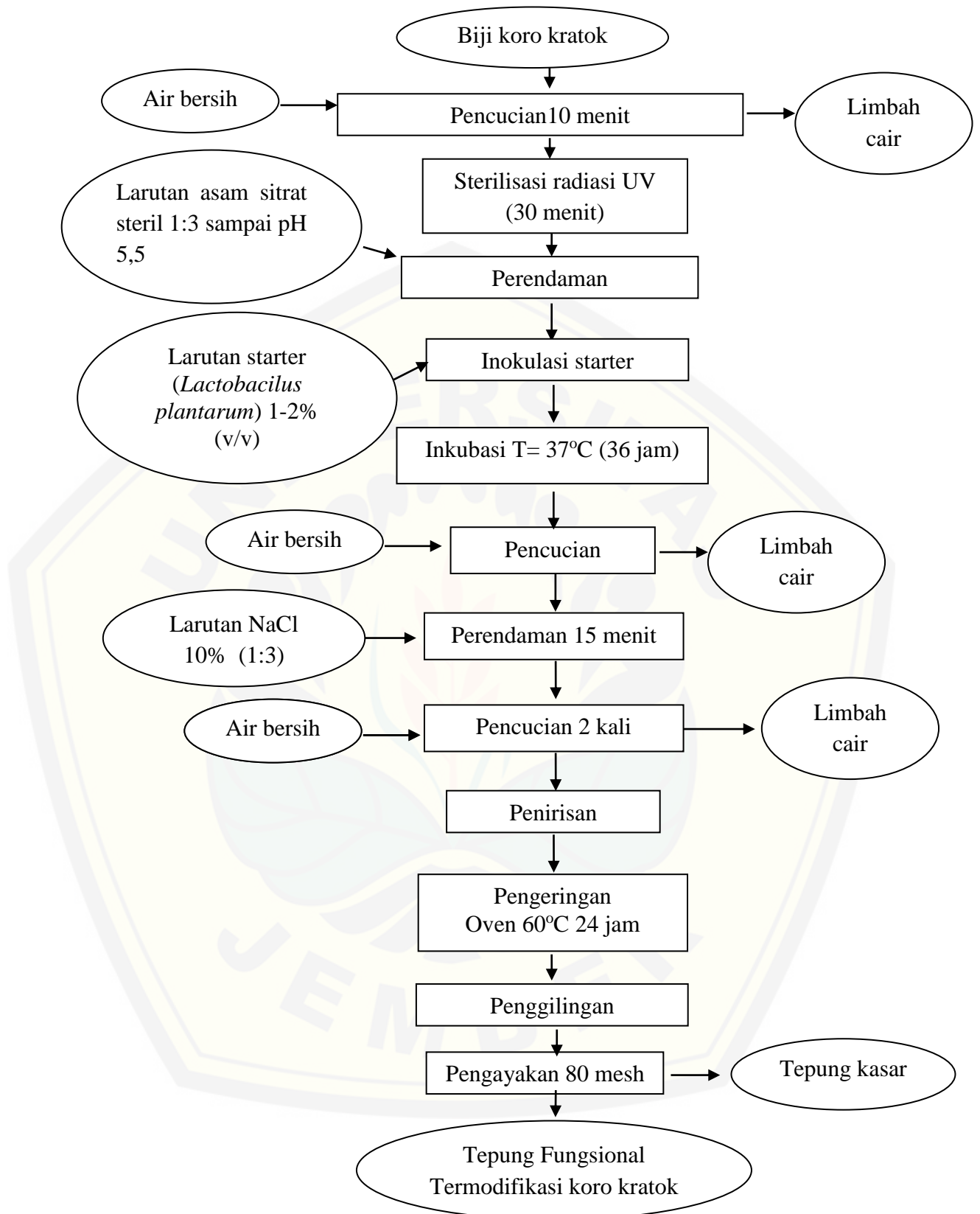
Biji koro yang sudah difermentasi, dicuci untuk menghilangkan air rendaman dan menghambat fermentasi. Selanjutnya bahan direndam pada larutan NaCl 10% dengan perbandingan (1:3) selama 15 menit yang berfungsi menghentikan fermentasi. Kemudian dilakukan pencucian sebanyak dua kali untuk menghilangkan NaCl pada bahan lalu ditiriskan. Biji koro yang sudah

dicuci dikeringkan menggunakan oven pada suhu  $60^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 24$  jam. Kemudian digiling dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Diagram alir pembuatan TFT koro kratok dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

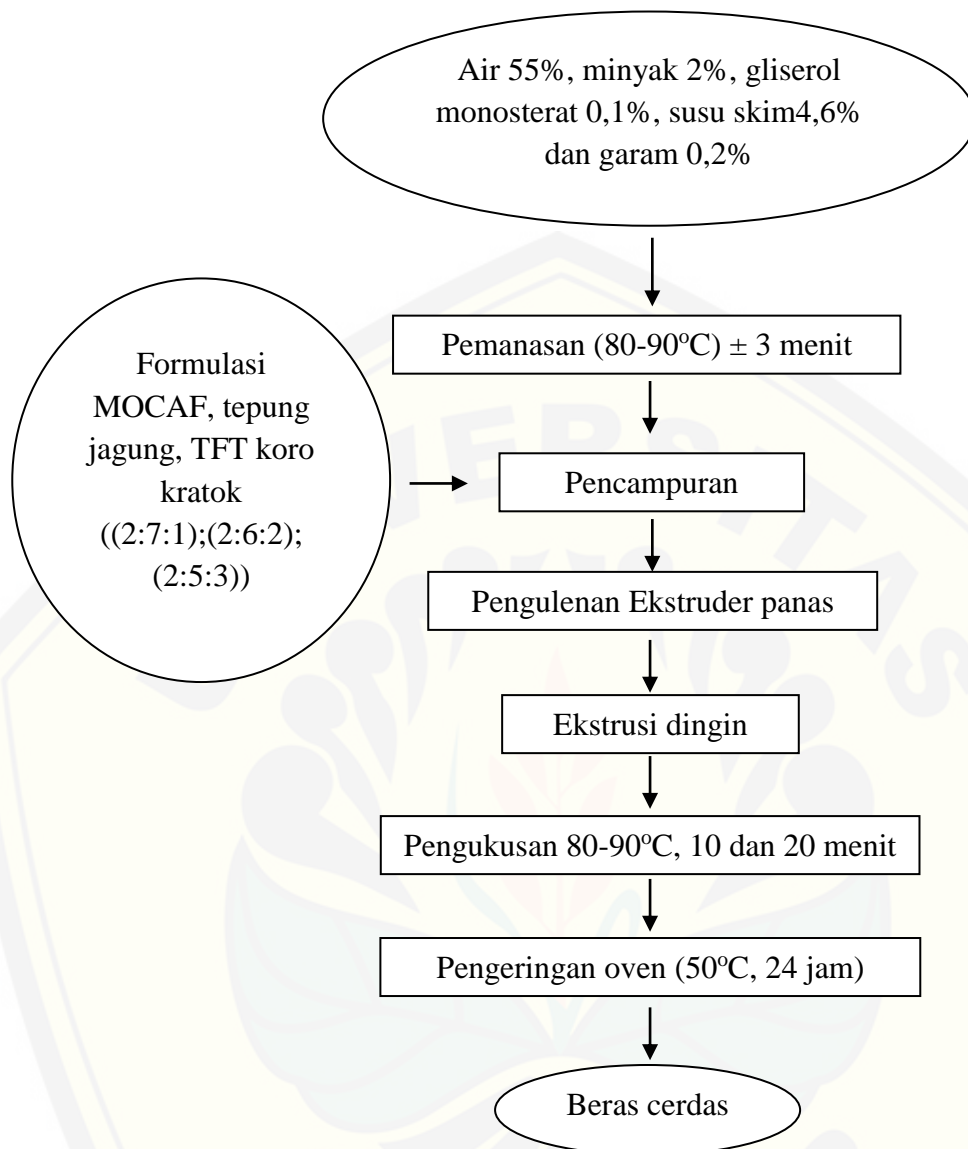
b. Proses pembuatan beras cerdas

Pembuatan beras cerdas diawali dengan pencampuran bahan - bahan (Air, minyak, gliserol monosterat (GMS), dan garam yang telah dihomogenkan dan pemanasan pada suhu yang tepat ( $80-90^{\circ}\text{C}$ ). Setelah itu penuangan campuran tepung kedalam adonan sesuai variasi perbandingan yang ditentukan.

Setelah semua bahan tercampur, dilakukan peng-*ulen*-an sampai adonan kalis (tidak lengket) dan tercampur rata. Selanjutnya dilakukan proses ekstruksi menggunakan mesin ekstruder yang terdiri dari dua tahap yaitu peng-*ulen*-an adonan dan pencetakan melalui lubang-lubang yang ada dalam ekstruder dan dipotong-potong membentuk butiran-butiran beras. Butiran beras selanjutnya dilakukan pengkukusan sesuai perlakuan yaitu selama 10 dan 20 menit untuk proses pematangan dan gelatinisasi secara optimal. Selanjutnya nasi dikeringkan pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam. Diagram alir pengolahan beras cerdas berbahan dasar MOCAF, tepung jagung dan TFT koro kratok dapat dilihat pada **Gambar 3.2**.



**Gambar 3.1** Diagram alir proses pembuatan TFT koro kratok (Nafi' *et al.*, 2013)



**Gambar 3.2** Diagram alir pembuatan pengolahan beras cerdas berbahan dasar MOCAF, tepung jagung dan TFT koro kratok (Subagio dan Widrati, 2012)



### 3.3.2 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor yang dilakukan tiga kali pengulangan pada masing-masing perlakuan. Perlakuan dalam pembuatan beras cerdas yaitu variasi perbandingan MOCAF : tepung jagung dan TFT koro kratok serta lama waktu pengukusan sebagai berikut.

Komposisi K = MOCAF : tepung jagung : TFT koro kratok = 20 : 80 : 0 (%)

Komposisi A1 = MOCAF : tepung jagung : TFT koro kratok = 20 : 70 : 10 (%)

Komposisi A2 = MOCAF : tepung jagung : TFT koro kratok = 20 : 60 : 20 (%)

Komposisi A3 = MOCAF : tepung jagung : TFT koro kratok = 20 : 50 : 30 (%)

B1 = Lama pengukusan 10 menit

B2 = Lama pengukusan 20 menit

**Tabel 3.1** Kombinasi perlakuan dari kedua faktor

Formulasi	MOCAF (%)	Tepung jagung (%)	TFT koro kratok (%)	Lama Pengukusan
KONTROL	20	80	0	10 menit
A1B1	20	70	10	10 menit
A2B1	20	60	20	10 menit
A3B1	20	50	30	10 menit
A1B2	20	70	10	20 menit
A1B2	20	60	20	20 menit
A3B2	20	50	30	20 menit

### 3.3.3 Analisis Data

Data analisis sifat fisik dan kimia dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dan perlakuan yang menunjukkan beda nyata dilanjutkan uji beda dengan menggunakan metode DMRT (*Duncan New Multiple Range Test*) pada taraf kepercayaan 5%. Sedangkan data dari uji organoleptik yang diperoleh dianalisis dengan uji Friedman.

### 3.3.4 Variabel Pengamatan

#### 3.3.4.1 Sifat Fisik

- a. Warna (Metode *Colour reader*, Subagio, 2006)
- b. Daya Rehidrasi (Metode Penambahan Berat, Ramlah, 1997)
- c. Daya kembang (Pengembangan Volume, Yuwono dan Susanto, 1998)

#### 3.3.4.2 Sifat Kimia

- a. Kadar Air (Metode thermogravimetri, Sudarmadji et al., 1997)
- b. Kadar Abu (Metode pengabuan langsung, Sudarmadji et al., 1997)
- c. Kadar Protein (Metode Mikro Kjeldahl, Sudarmadji et al., 1997)
- d. Kadar Lemak (Metode ekstraksi Soxhlet, Sudarmadji et al., 1997)
- e. Kadar karbohidrat (Metode *by difference*, Sudarmadji et al., 1997)

#### 3.3.4.3 Sifat Organoleptik

Uji kesukaan meliputi rasa, aroma, tekstur (Meilgaard et al, 1999).

### 3.3.5 Penentuan Formula Terbaik (Metode uji efektifitas, Garmo et al, 1994)

## 3.4 Prosedur Analisis

### 3.4.1 Sifat Fisik

- a. Warna (Metode *Colour reader*, Subagio, 2006)

Pengukuran Warna dilakukan dengan menggunakan *colour reader*. Pengukuran dilakukan pada lima titik yang berbeda, yang diamati adalah nilai kecerahan warna (L) dari sampel. Nilai diperoleh dari rata-rata lima titik target yang dipilih. Pengolahan data dapat diperoleh dengan rumus :

$$L = \text{Standart } L + dL$$

Keterangan :

L = Kecerahan warna, nilai berkisar 0 – 100 yang menunjukkan warna hitam sampai putih

b. Daya Rehidrasi (Metode Penambahan Berat, Ramlah, 1997)

Daya rehidrasi adalah selisih penambahan berat air yang terserap pada waktu pemanasan dengan berat sampel mula – mula. Pengukurannya dilakukan dengan menimbang sampel mentah (a gram), kemudian dikukus sampai masak. Setelah masak ditiriskan kemudian ditimbang (b gram).

$$\text{Daya rehidrasi} = \frac{b - a}{a} \times 100\%$$

c. Daya kembang (Metode Pengembangan Volume, Yuwono dan Susanto, 1998)

Pengukuran daya kembang dilakukan dengan mengukur volume awal sampel mentah dan volume setelah mengalami pengukusan. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan gelas ukur. Sampel sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam gelas ukur dan diukur volumenya (volume awal). Lima ml air mendidih ditambahkan dalam gelas ukur kemudian diaduk, dan didiamkan sampai air terserap seluruhnya. Sampel dipindahkan dalam wadah pengukus yang telah diketahui volumenya lalu dikukus selama 10 menit dan diukur volumenya (volume akhir).

$$\text{Daya kembang} = \frac{\text{volume akhir} - \text{volume awal}}{\text{volume awal}} \times 100$$

### 3.4.2 Sifat Kimia

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

Pengukuran kadar air dilakukan dengan mengeringkan botol timbang yang akan digunakan lebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100 – 105°C, kemudian didinginkan dalam desikator agar tidak menyerap air pada lingkungan dan ditimbang (a gram). Sampel ditimbang sebanyak 2 gram dalam botol timbang (b gram), kemudian pengeringan pada suhu 100 - 105°C selama 6 jam. Selanjutnya didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang (c gram). Tahap ini diulangi hingga dicapai bobot yang konstan. Kadar air dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{b - c}{b - a} \times 100\%$$

b. Kadar Abu (Metode pengabuan langsung, Sudarmadji *et al.*, 1997)

Pengukuran kadar abu dilakukan pengeringan cawan porselin yang akan digunakan selama 30 menit pada suhu 100-105°C, kemudian didinginkan dalam desikator agar tidak menyerap air pada lingkungan dan ditimbang (a gram). Sampel dihaluskan dan ditimbang sebanyak 2 gram dalam botol timbang (b gram), kemudian pembakaran di dalam tanur pada suhu 550-600°C sampai tidak berasap. Selanjutnya didinginkan di dalam esikator selama 15 menit dan ditimbang (c gram). Tahap pembakaran diulangi hingga dicapai bobot yang konstan. Kadar abu dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{c - a}{b - a} \times 100\%$$

c. Kadar Protein (Metode Mikro Kjeldahl, Sudarmadji *et al.*, 1997)

Sampel sebanyak 0,1 gram dimasukkan kedalam labu kjedahl. Kemudian ditambahkan 2 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan 0,9 g selenium sebagai katalisator. Larutan di destruksi selama 45 menit. Selanjutnya ditambahkan 5 ml aquades. Larutan kemudian didestilasi dan destilat ditampung dalam penampung erlenmeyer yang berisi 15 ml larutan asam borat 4% dan beberapa tetes indikator metil biru dan metil merah. Larutan kemudian dititrasi dengan larutan HCl 0,02 N hingga terjadi perubahan warna abu – abu, dan menentukan penetapan blanko. Total N atau % protein sampel dihitung berdasarkan rumus :

$$\% N = \frac{(mlHCl\text{sampel} - mlHCl\text{blanko})}{g\text{ sampel} \times 1000} \times N\ NaOH \times 100\% \times 14,008$$

Kadar Protein = %N x Faktor konversi, dimana FK = 6,25

d. Kadar Lemak (Metode ekstraksi Soxhlet, Sudarmadji, 1997)

Kertas saring dikeringkan pada suhu 60°C, kemudian ditimbang (a gram). Sebanyak 2 gram sampel dimasukkan kedalam tabung ekstraksi soxhlet dalam kertas saring yang telah diketahui beratnya (b gram). Bahan yang telah dimasukkan dalam kertas saring di keringkan, kemudian ditimbang (c gram).

Sampel ditambah pelarut petroleum benzen secukupnya dan air pendingin diuapkan melauai kondensor dalam tabung ekstraksi kemudian didestilasi selama 4-6 jam. Selanjutnya sampel di amdil dan di oven pada suhu 60°C, ditimbang (d gram) dan diulangi sampai diperoleh bobot konstan. Kadar lemak dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{c - d}{b - a} \times 100\%$$

e. Kadar karbohidrat (Metode *by difference*, Sudarmadji *et al.*, 1997)

Penentuan karbohidrat *by difference* dilakukan dengan mengurangi 100% total komponen dengan kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak. Rumus perhitungan kadar karbohidrat adalah :

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100\% - \%(\text{Protein} + \text{lemak} + \text{abu} + \text{air})$$

### 3.4.3 Sifat Organoleptik

Uji kesukaan (Meilgaard, 1999).

Penentuan tingkat kesukaan menggunakan uji hidonik yang dilakukan denan cara *hedonik scale scoring* dimana panelis diminta untuk menentukan penerimaan produk dengan memberi nilai pada produk kisaran nilainya sudah ditentukan. Sampel yang digunakan dalam uji sensoris dalam bentuk beras cerdas matang. Panelis yang digunakan yaitu penalis tidak terlatih dengan jumlah 20 orang. panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap rasa, aroma, tekstur (kelengketan), kenampakan dan keseluruhan dari sampel dengan skala numerik sebagai berikut :

1 = tidak suka, 2 = sedikit suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka.

### 3.4.4 Penentuan Formula Terbaik (Metode uji efektifitas, Garmo *et al.*, 1994).

Untuk mengetahui kombinasi perlakuan terbaik, dilakukan uji efektifitas sebagai berikut :

- a. Menentukan bobot nilai (BN) pada masing-masing parameter dengan angka relatif 0-1. Bobot nilai yang diberikan tergantung pada kontribusi masing-masing variabel terhadap sifat mutu produk.
- b. Mengelompokkan parameter yang dianalisis menjadi 2 kelompok yaitu : kelompok A, terdiri atas parameter yang semakin tinggi reratanya semakin baik; kelompok B terdiri atas parameter yang semakin rendah reratanya semakin baik.
- c. Mencari bobot normal parameter (BNP) dan nilai efektifitas dengan rumus :

$$\text{Bobot Nilai Parameter (BNP)} = \frac{\text{Bobot nilai (BN)}}{\text{Bobot nilai total (BNT)}}$$

$$\text{Nilai Efektifitas(NE)} = \frac{\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terjelek}}{\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai terjelek}}$$

Pada parameter dalam kelompok A, nilai terendah sebagai nilai terjelek. Sebaliknya, pada parameter dalam kelompok B, nilai tertinggi sebagai nilai terjelek.

- d. Menghitung Nilai Hasil (NH) semua parameter dengan rumus :

$$\text{Nilai Hasil (NH)} = \text{Nilai efektifitas} \times \text{Bobot Normal Parameter.}$$

- e. Formula yang memiliki nilai tertinggi dinyatakan sebagai formula terbaik.



## BAB 5 PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Rasio antara tepung jagung dan TFT koro kratok memberikan pengaruh nyata pada taraf 5% ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar protein, kadar lemak, kadar abu, karbohidrat, kesukaan (rasa, tekstur, keseluruhan) namun berpengaruh tidak nyata pada taraf 5% ( $p < 0,05$ ) terhadap warna, daya kembang, daya rehidrasi, kadar air dan kesukaan aroma beras cerdas yang dihasilkan.
- b. Perlakuan terbaik berdasarkan uji efektivitas yaitu A1B2 formulasi MOCAF 20%, tepung jagung 70% dan TFT koro kratok 10% dengan lama pengukusan selama 20 menit dengan nilai tingkat kecerahan (*lightness*) 62,61, daya kembang 112,04%, daya rehidrasi 99,22%, kadar air 12,12%, kadar abu 0,63%, kadar protein 7,47%, kadar lemak 1,76%, kadar karbohidrat 77,38%.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan pengkajian ulang mengenai pembuatan TFT (tepung fungsional termodifikasi), seperti standar dan parameter yang harus terpenuhi agar menjadi TFT yang baik. Beras cerdas substitusi TFT koro kratok adalah produk baru yang perlu dikembangkan dan uji lanjut mengenai sifat fungsionalnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adriana, R. 2007. Penawaran Beras Dunia dan Permintaan Impor Beras Indonesia serta Kebijakan Perberasan di Indonesia. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Agusman, Murdinah dan Nur, S. 2014. *Penggunaan Tepung Rumput Laut (Eucheuma Cottonii) Pada Pembuatan Beras Analog Dari Tepung Modified Cassava Flour (MOCAF)*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. Jakarta Pusat. Indonesia.
- Andarwulan, N., Kusnandar, F dan Herawati. 2011. *Analisis Pangan*. PT Dian Rakyat, Jakarta.
- Antony, U dan Chandra, T. S. 1998. Antinutrient reduction and enhancement in protein, starch, and mineral availability in fermented flour of finger millet (*Eleusine coracana*). *J. Agric. Food Chem.* Vol 28 (46) : 2578-2582.
- Apriliani, M. W. 2010. Pengaruh penggunaan tepung tapioka dan carboxymethyl cellulose (CMC) pada pembuatan keju mozzarella terhadap kualitas fisik dan organoleptik. *Skripsi*. Fakultas Peternakan. Universitas Brawijaya, Malang.
- Badan Pusat Statistika. 2010. *Statistika Indonesia*. Jakarta: Badan Pusat Statistika.
- Badan Standarisasi Nasional. 1993. Standar Nasional Indonesia. SNI 0-3727-1993. *Tepung Jagung*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Budijanto, S. dan Yuliyanti. 2012. Studi persiapan tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 13 (3) : 177–186.
- Buckle, K. A., Edward, R. A., Fleet, G. H., dan Wooton, M. *Ilmu pangan*. Terjemahan oleh purnomo, H., dan Adiono. 1985. Jakarta : UI Press.
- Campanella, O. H., Li, P. X., Ross, K. A dan Okos, M. R. 2002. *The Role of Rheology in Extrusion*. CRC PRESS. New York
- Chessari, C. J. dan Sellahewa, J. N. 2001. *Effective Process Control*. Woodhead publishing. CFRC Press New York. USA.
- Corzo, O., Bracho, N., Vasquez, A. dan Pereira, A. 2008. Energy and Exergy Analysis of Thin Layer Drying of Coroba Slices. *Journal of Food Engineering*, Vol. 4 (86) : 151–161.

- Desroiser, N. W. 1998. *Teknologi pangan*. Jakarta : UI press.
- De Garmo, E. P., Sullivan, W. E., dan Canana. 1994. *Engineering Economy*. New York :Seventh Edition.
- Diniyah, N., Windrati, W. S dan Maryanto. 2013. Pengembangan Teknologi Pangan Berbasis Koro-koroan sebagai Pangan Alternatif Pensubstitusi Kedelai. *Prosiding Semnas Pengembangan Sumber Daya Lokal untuk Mendorong Ketahanan Pangan dan Ekonomi*. UPN Veteran. Jawa Timur.
- Estiasih, Teti dan Ahmadi. 2011. *Teknologi Pengolahan Pangan*. Jakarta: Bumi Aksara 274 hlm; 23 cm.
- Gaman, P. M., dan Sherington, K. H. 1994. *Pengantar Ilmu Pangan Nutrisi dan Mikrobiologi*. Yogyakarta. UGM Press.
- Guy, R. 2001. *Extrusion Cooking: Technologies and Applications*. Woodhead publishing. Cambridge, united kindom. Isbn 978-185-5735-59-0.
- Harris dan Karmas. 1989. *Evaluasi Gizi Pada Pengolahan Bahan Pangan*. Edisi Kedua. Bandung: Penerbit ITB Bandung.
- Haryadi. 1990. *Penggunaan Amilase dalam Analisis dan Industri*. Yogyakarta : Pusat Antar Universitas Bioteknologi Universitas Gadjah Mada halaman 11.
- Harzau, H dan Estiasih, T. 2013. Karakteristik cookies umbi inferior uwi putih (kajian proporsi tepung uwi : patu jagung dan penambahan margarin). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 1(1) : 138-147.
- Hilyati, Wuryaningsih, dan Anah, L. 2001. *Pembuatan Gliserol Monostearat dari Gliserol Dan Asam Stearat Minyak Sawit*. Prosiding Seminar Nasional X “Kimia dalam Industri dan Lingkungan”.
- Juliana dan Somnaikubun. 2008. *Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Mutu Tepung Siput Laut (Littoraria scabra)*. Yogyakarta. UGM Press.
- Kementerian Pertanian, 2012. *Rencana Strategis Kementerian Pertanian 2010-2014* (Edisi Revisi). Kementerian Pertanian.
- Kenneth J., Levine, Leon dan Clark J. 1991. *Food Processing Operations and Scale-Up*. Marcel Dekker Inc. New York.
- Kramlich, W. E., Pearson, A. M dan Tauber, F. E. 1982. *Processed Meat*. Westport Connecticut: The AVI Publishing Company Inc.

- Maesan, V. D dan Somaatmadja. 1993. *Sumberdaya Nabati Asia Tenggara 1. Kacang-kacangan*. Gramedia Pustaka Umum, Jakarta.
- Malumba P, Janas S, Roiseux O, Sinnaeve G, Masimango T, Sindic M, Deroanne C, Béra F. 2010. Comparative study of the effect of drying temperature and heat-moisture treatment on the physicochemical and functional properties of corn starch. *Carbohydrate Polym.* Vol. 7 (79):633-641.
- McWilliams, M. 2001. *Food Experimental Perspectives, Fourth Edition*. Prentice Hall, New Jersey.
- Meilgaard, M., Gail, V. C., dan Thomas, B. C. 1999. *Sensory Evaluation Techniques*. 3rd Edition. CRC Press, Boca Raton, London, New York, Washington.
- Mishra, A., Hari, N. M, dan Pavuluri, S.R. 2012. Preparation of Rice Analogues Using Ekstrusion Tehcnology. Review. *Int. J. Food Science and Technology*. Vol. 47: 1-9.
- Moorthy, S. N. 2004. *Tropical sources of starch*. Di dalam: Ann Charlotte Eliasson (ed). *Starch in Food: Structure, Function, and Application*. CRC Press, Baco Raton, Florida.
- Nafi', A., Diniyah, N dan Hastuti, T. F. 2013. *Karakteristik Fisikokimia Dan Fungsional Teknis Tepung Koro Kratok (Phaseolus lunatus L.) Termodifikasi Yang Diproduksi Secara Spontan*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember.
- Nafi', A., Windrati, S., Diniyah, N., Dhuhur ,E, dan Subagio, A. 2015. Aplikasi TFT (Tepung Fungsional Termodifikasi) Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*L.) pada Pembuatan Beras Cerdas. *Prosiding*. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
- Nielsen, P. M. 1997. *Functionality of Protein Hydrolysates*. Di Dalam *Food Proteins And Their Applications*, S. Damoran, dan A. Paraf. Marcel Dekker, New York. pp:443-472.
- Obiakor-Okeke, P. N. 2014. Comparative Evaluation of Chemical and Functional Properties of Some Lima Bean Varieties (*Phaseolus lunatus*) Consumed in Arondizuogu, Imo State, Nigeria. *J. Of Food Sci.* Vol. 2 (4) : 168-172.
- Pinem, 2004. Rancang Bangun Alat Pengeringan Ikan Teri Kapasitas 12kg/jam. Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Malang. *Jurnal Teknik SIMETRIKA*. Vol.3 (3). 249-253

- Poedjiadi, A., dan Supriyanti, F. M. 2006. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta : UI Press
- Quach, M. L., Melton, L. D., Harris, P. J., Burdon, J. N. dan Smith, B. G. 2000. Cell Wall Compositions of Raw and Cooked Corms of Taro (*Colocasia esculenta*). *J. Sci. Food Agri*. 8: 311-318.
- Rahayu, K dan Sudarmadji, S. 1989. *Mikrobiologi Pangan*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Rahman, R. S., Putri W. D. R. dan Purwantiningrum, I. 2015. Karakterisasi Beras Tiruan Berbasis Tepung Ubi Jalar Oranye Termodifikasi Heat Moisture Treatment (Hmt). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 3,713-722.
- Ramlah. 1997. Sifat Fisik Adonan Mie dan Beberapa Jenis Gandum dengan Penambahan Kansui, Telur dan Ubi Kayu. Yogyakarta: *Tesis Universitas Gadjah Mada*.
- Riaz, M. N. 2000. *Extruders In Food Applications*. Boca raton. United states of america. Crc press. Isbn 978-156-6767-79-8.
- Robert, 1985 Dodds, J. H dan Roberts, L.W. 1985. *Experiments in Plant Tissue Culture*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Rubatzky E. V dan Yamauguchi, M. 1998. *Sayuran Jilid 1*. Terjemahan Catur, H. ITB Press, Bandung.
- Singh. 2000. *Food Processing Technology Principle And Practice*. Oxford englang : Ellis Hordwood.
- Sofyan Pramudyo. 2008. Nilai Nutrisi Dan Sifat Fungsional Kesehatan Protein Rich Flour (Prf) Koro Kratok (*Phaseolus Lunatus L.*). *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember.
- Suarni dan Widowati, S. 2006. Struktur, komposisi, dan nutrisi jagung. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung*. Makassar : 410-426.
- Subagio, A. 2006. Ubi Kayu Sebagai Substitusi Tepung-Tepungan. *Food review*. (13). 18-22.
- Subagio, A., Windrati, W, S., Witono, Y dan Fahmi, F. 2008. *Prosedur Operasi Standar Produksi MOCAF*. Berbasis Klaster. Trenggalek. Pemda Trenggalek.



- Subagio, A dan Windrati, W, S. 2012. Pengaruh Komposisi MOCAF (Modified cassava Flour) dan Tepung Beras pada Karakteristik Beras cerdas. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember. *Artikel Pangan Revisi terakhir. ISSN 0852-0601.*
- Sudarmadji, S., Bambang Haryono dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Susanto dan Saneto. 1994. *Teknologi Pengemasan Bahan Makanan*. C.V Family. Blitar
- Swinkels, J. J. M. 1985. *Source of starch, its chemistry and physics.*: G.M.A.V. Beynum dan J.A Roels (eds.). *Starch Conversion Technology*. Marcel Dekker, Inc., New York.
- Winarno, F. G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno. 1997. *Kimia Pangan Dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramdeia pustaka utama.
- Zobel, H. F, Young S.N dan Rocca L.A. 1988. Starch Gelatinization: an x-ray diffraction study. *Cereal Chem.* Vol. 2 (65): 443-446



## LAMPIRAN

LAMPIRAN A. Analisis Kecerahan (*lightness*)

## A.1 Hasil Pengamatan kecerahan

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-rata	STDEV
	1	2	3			
Kontrol	65.18	65.49	64.49	195.16	65.05	0.51
A1B1	64.64	63.74	64.76	193.14	64.38	0.56
A2B1	64.46	64.46	64.73	193.65	64.55	0.16
A3B1	63.04	63.83	64.07	190.93	63.64	0.54
A1B2	61.11	63.74	62.98	187.82	62.61	1.35
A2B2	64.94	63.16	64.85	192.96	64.32	1.00
A3B2	63.89	62.80	62.23	188.91	62.97	0.84
<b>Total Kelompok</b>	447.26	447.20	448.11	1342.58	447.53	0.51
<b>Rata-Rata</b>	63.89	63.89	64.02	191.80	63.93	0.07

A.2 Sidik Ragam kecerahan (*Lightness*)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F Tabel 5%	Hasil
A	2	4.38	2.19	2.74	4.10	TBN
B	1	3.58	3.58	4.47	4.96	TBN
AB	2	1.89	0.94	1.18	4.10	TBN
Galat	10	8.01	0.80			
Total	17	18.20	1.07			

**LAMPIRAN B. Analisis Daya Rehidrasi****B.1 Hasil Pengamatan Daya rehidrasi**

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata- rata	STDEV
	1	2	3			
Kontrol	111.3	104.21	108.43	323.94	107.98	3.57
A1B1	92.91	89.67	104.76	287.34	95.78	7.95
A2B1	104.33	100.67	111.33	316.33	105.44	5.42
A3B1	116.10	103.67	106.90	326.67	108.89	6.45
A1B2	110.67	92.00	95.00	297.67	99.22	10.02
A2B2	92.67	89.67	109.00	291.33	97.11	10.40
A3B2	96.33	108.33	110.67	315.33	105.11	7.69
<b>Total Kelompok</b>	738.00	718.34	637.66	2,227.00	742.33	53.17
<b>Rata-Rata</b>	103.47	98.32	106.58	308.37	102.79	4.18

**B.2 Sidik Ragam daya rehidrasi**

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel 5%	Hasil
A	2	274.50	137.25	2.44	4.10	TBN
B	1	37.57	37.57	0.67	4.96	TBN
AB	2	105.79	52.90	0.94	4.10	TBN
Galat	10	563.59	56.36			
Total	17	1221.93	71.88			

**LAMPIRAN C. Analisis Daya kembang****C.1 Hasil Pengamatan Daya kembang**

Perlakuan	Ulangan			Jumlah Perlakuan	Rata-rata
	1	2	3		
Kontrol	120.00	111.11	100.00	331.11	110.37
A1B1	88.89	112.50	111.11	312.50	104.17
A2B1	100.00	100.00	100.00	300.00	100.00
A3B1	87.50	87.78	102.50	277.78	92.59
A1B2	98.89	115.00	122.22	336.11	112.04
A2B2	103.50	112.50	89.00	305.00	101.67
A3B2	100.00	100.00	90.00	290.00	96.67
<b>Jumlah Kelompok</b>	698.78	738.89	614.83	2,152.50	717.50
<b>Rata-Rata</b>	99.83	105.56	102.12	307.50	102.50

**C.2 Sidik Ragam Daya Kembang**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel 5%	Hasil
A	2	545.62	272.81	2.98	4.10	TBN
B	1	92.63	92.63	1.01	4.96	TBN
AB	2	29.35	14.68	0.16	4.10	TBN
Galat	10	916.60	91.66			
Total	17	1799.13	105.83			

**LAMPIRAN D. Analisis Kadar air****D.1 Hasil Pengamatan kadar air**

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata- rata	STDEV
	U1	U2	U3			
Kontrol	11.544	13.719	10.680	35.943	11.981	1.57
A1B1	10.823	10.946	11.182	32.952	10.984	0.18
A2B1	11.498	11.653	11.627	34.779	11.593	0.08
A3B1	12.088	11.408	11.249	34.746	11.582	0.45
A1B2	11.551	13.640	11.177	36.369	12.123	1.33
A2B2	10.176	10.018	11.214	31.408	10.469	0.65
A3B2	12.265	10.328	11.391	33.983	11.328	0.97
<b>Total Kelompok</b>	79.945	81.712	78.521	240.179	80.060	1.599
<b>Rata-Rata</b>	11.421	11.673	11.217	34.311	11.437	0.228

**D.2 Sidik Ragam Kadar air**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel 5%	Hasil
A	2	0.92	0.46	0.69	4.10	TBN
B	1	0.03	0.03	0.04	4.96	TBN
AB	2	3.91	1.95	2.92	4.10	TBN
Galat	10	6.70	0.67			
Total	17	11.59	0.68			

**LAMPIRAN E. Analisis Kadar Abu****E.1 Hasil Pengamatan Kadar Abu**

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-rata	STDEV
	U1	U2	U3			
Kontrol	0.71	0.81	0.61	2.13	0.71	0.10
A1B1	0.69	0.85	0.89	2.43	0.81	0.11
A2B1	0.99	0.94	0.98	2.91	0.97	0.03
A3B1	0.90	0.87	0.98	2.75	0.92	0.06
A1B2	0.50	0.65	0.74	1.88	0.63	0.12
A2B2	1.02	1.09	0.93	3.05	1.02	0.08
A3B2	1.16	1.02	1.09	3.27	1.09	0.07
Total Kelompok	4.81	5.21	5.13	15.15	5.05	0.21
Rata-Rata	0.80	0.87	0.86	2.52	0.84	0.04

**E.2 Sidik Ragam Kadar Abu**

Sumber Keragaman	Derajat bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel 5%	Hasil
A	2	0.31	0.16	21.30	4.10	BN
B	1	0.00	0.00	0.09	4.96	TBN
AB	2	0.10	0.05	6.68	4.10	BN
Galat	10	0.07	0.01			
Total	17	0.50	0.03			

**E.3 Uji lanjut DMRT 5% Kadar abu Beras cerdas**

Faktor A	Sf	0.049	0.049	0.049
	SSR	3.151	3.293	3.376
	LSR	0.156	0.163	0.167

Tabel dua Arah

Perlakuan	Rata-rata	Selisih			Notasi
		0.72	0.99	1.00	
A1	0.72	-			a
A2	0.99	0.27	-		b
A3	1.00	0.28	0.01	-	b

Faktor AB	Sf	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070
	SSR	3.151	3.293	3.376	3.430	3.465
	LSR	0.220	0.230	0.236	0.240	0.242

Sf : nilai kritis atau nilai baku (KT galat/u)

Ssr: nilai jarak tabel DMRT  $\alpha$ 0.05 pada galat 10

Lsr : nilai DMRT 5%

Perlakuan	Rata-rata	Selisih						Notasi
		0.63	0.81	0.92	0.97	1.02	1.09	
A2B1	0.63	-						a
A1B1	0.81	0.18	-					ab
A3B1	0.92	0.29	0.11	-				bc
A1B2	0.97	0.34	0.16	0.06	-			bc
A2B2	1.02	0.39	0.21	0.10	0.04	-		bc
A3B2	1.09	0.46	0.28	0.17	0.12	0.07	-	c



**LAMPIRAN F. Analisis Kadar Protein****F.1 Hasil Pengamatan Kadar protein**

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-rata	STDEV
	1	2	3			
Kontrol	5.84	5.91	5.96	17.70	5.90	0.06
A1B1	8.14	8.72	7.45	24.32	8.11	0.64
A2B1	9.14	9.54	8.92	27.60	9.20	0.32
A3B1	11.23	10.36	10.60	32.19	10.73	0.45
A1B2	7.57	7.52	7.30	22.40	7.47	0.14
A2B2	9.77	8.98	8.81	27.56	9.19	0.51
A3B2	9.11	11.21	10.34	30.65	10.22	1.05
<b>Total</b>						
<b>Kelompok</b>	60.80	62.24	59.38	182.42	60.81	1.43
<b>Rata-Rata</b>	8.69	8.89	8.48	26.06	8.69	

**F.2 Sidik Ragam Kadar protein**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel 5%	Hasil
A	2	21.67	10.83	30.94	4.10	BN
B	1	0.01	0.01	0.03	4.96	TBN
AB	2	1.00	0.50	1.43	4.10	TBN
Galat	10	3.50	0.35			
Total	17	26.88	1.58			

**F.3 uji lanjut DMRT 5% Kadar Protein Beras cerdas**

Faktor A	Sf	SSR	LSR
		0.342	0.342
		3.151	3.293
		1.077	1.125

Sf : nilai kritis atau nilai baku (KT galat/u)

Ssr: nilai jarak tabel DMRT  $\alpha$ 0.05 pada galat 10

Lsr : nilai DMRT 5%

Perlakuan	Rata-rata	Selisih			Notasi
		7.79	9.19	10.47	
A1	7.79	-			a
A2	9.19	1.41	-		b
A3	10.47	2.69	1.28	-	c

**LAMPIRAN G. Analisis Kadar lemak****G.1 Hasil Pengamatan Kadar lemak**

Perlakuan	Ulangan			Total Perlakuan	Rata-Rata	STDEV
	1	2	3			
Kontrol	1.87	1.89	2.15	5.91	1.97	0.15
A1B1	1.79	1.50	1.74	5.04	1.68	0.15
A2B1	1.38	1.31	1.64	4.33	1.44	0.18
A3B1	1.39	1.14	1.39	3.92	1.31	0.14
A1B2	1.70	1.73	1.86	5.29	1.76	0.09
A2B2	1.20	1.34	1.48	4.03	1.34	0.14
A3B2	1.18	1.14	1.06	3.38	1.13	0.06
Total Kelompok	10.52	10.06	11.33	31.90	10.63	
Rata-Rata	2.63	2.51	2.83	7.97	2.66	

**G.2 Sidik Ragam Kadar lemak**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel 5%	Hasil
A	2	0.79	0.39	31.07	4.10	BN
B	1	0.01	0.01	1.07	4.96	TBN
AB	2	0.06	0.03	2.45	4.10	TBN
Galat	10	0.13	0.01			
Total	17	37.52	2.21			

**G.3 uji lanjut DMRT 5% Kadar lemak Beras cerdas**

Faktor A	Sf	0.065	0.065	0.065
	SSR	3.151	3.293	3.376
	LSR	0.205	0.214	0.219

Sf : nilai kritis atau nilai baku (KT galat/u)

Ssr: nilai jarak tabel DMRT  $\alpha$ 0.05 pada galat 10

Lsr : nilai DMRT 5%

Tabel dua Arah					
Perlakuan	Rata-rata	Selisih			Notasi
		1.22	1.39	1.72	
A3	1.22	-			a
A2	1.39	0.18	-		b
A1	1.72	0.50	0.33	-	c

**LAMPIRAN H. Analisis Kadar Karbohidrat****H.1 Hasil Pengamatan Kadar Karbohidrat**

Perlakuan	Ulangan	Kadar Air	Kadar Protein	Kadar abu	Kadar Lemak	Kadar Karbohidrat	Rata-rata	STDEV
Kontrol	1	11.544	5.84	0.61	1.87	80.14	79.43	1.64
	2	13.719	5.91	0.92	1.89	77.56		
	3	10.680	5.96	0.61	2.15	80.60		
A1B1	1	10.82	7.57	0.69	1.79	79.13	79.06	0.16
	2	10.95	7.52	0.85	1.50	79.18		
	3	11.18	7.30	0.89	1.74	78.88		
A2B1	1	11.50	9.77	0.86	1.38	76.49	76.88	0.34
	2	11.65	8.98	0.94	1.31	77.12		
	3	11.63	8.81	0.89	1.64	77.02		
A3B1	1	12.09	11.23	0.90	1.18	74.60	75.60	0.88
	2	11.41	10.36	0.87	1.14	76.23		
	3	11.25	10.60	1.11	1.06	75.99		
A1B2	1	11.55	8.14	0.50	1.70	78.10	77.38	1.86
	2	13.64	8.72	0.65	1.73	75.26		
	3	11.18	7.45	0.74	1.86	78.77		
A2B2	1	12.08	9.14	1.02	1.20	76.56	78.07	1.90
	2	8.12	9.54	0.79	1.34	80.21		
	3	11.21	8.92	0.93	1.48	77.45		
A3B2	1	12.26	9.11	0.88	1.39	76.36	76.06	0.47
	2	10.33	11.21	1.02	1.14	76.30		
	3	11.39	10.34	1.37	1.39	75.51		

**H.2 Sidik Ragam Kadar Karbohidrat**

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F Tabel 5%	Hasil
A	2	17.92	8.96	5.75	4.10	BN
B	1	0.00	0.00	0.00	4.96	TBN
AB	2	6.71	3.35	2.15	4.10	TBN
Galat	10	15.58	1.56			
Total	17	41.07	2.42			

## H. uji lanjut DMRT 5% Kadar karbohidrat Beras cerdas

Faktor A	Sf	0.721	0.721	0.721
	SSR	3.151	3.293	3.376
	LSR	2.271	2.373	2.433

Sf : nilai kritis atau nilai baku (KT galat/u)

Ssr: nilai jarak tabel DMRT  $\alpha 0.05$  pada galat 10

Lsr : nilai DMRT 5%

Tabel dua Arah					
Perlakuan	Rata-rata	Selisih			notasi
		75.254	76.877	78.936	
A3	75.254	-			a
A2	76.877	1.623	-		a
A1	78.936	3.682	2.059	-	b

**LAMPIRAN I. Analisis Kesukaan rasa****I.1 Hasil Pengamatan Kesukaan rasa**

Panelis	Kode Sampel							Total
	Kontrol	A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2	
1	4	3	4	1	2	5	2	21
2	3	4	3	5	1	2	2	20
3	3	3	3	2	4	3	2	20
4	4	4	3	5	1	2	2	21
5	2	4	3	5	1	2	2	19
6	4	2	3	3	4	3	2	21
7	3	3	4	5	4	3	3	25
8	4	3	2	2	3	1	2	17
9	5	4	3	2	3	3	2	22
10	4	3	3	3	3	5	3	24
11	4	4	4	3	4	2	4	25
12	5	3	3	3	4	2	3	23
13	3	4	4	3	4	2	4	24
14	2	5	2	3	4	2	2	20
15	3	3	4	2	3	4	4	23
16	4	4	2	3	4	4	3	24
17	2	4	3	2	4	3	3	21
18	3	4	4	2	4	3	3	23
19	4	3	3	3	3	3	3	22
20	5	4	4	4	4	4	4	29
21	3	3	2	2	2	2	2	16
22	3	4	4	3	3	2	3	22
23	4	3	4	2	4	3	4	24
24	5	3	3	3	4	2	3	23
25	4	2	3	4	4	5	2	24
<b>Total</b>	<b>90</b>	<b>86</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>81</b>	<b>72</b>	<b>69</b>	
<b>Rata-rata</b>	<b>3.6</b>	<b>3.44</b>	<b>3.2</b>	<b>3</b>	<b>3.24</b>	<b>2.88</b>	<b>2.76</b>	

## I.2 Uji friedman

	Mean Rank
A1B1	4.14
A2B1	3.80
A3B1	3.08
A1B2	4.04
A2B2	3.02
A3B2	2.92

## I.3 Test Statistics(a)

N	25
Chi-Square	14.530
Df	5
Asymp. Sig.	0.013



**LAMPIRAN J. Analisis Kesukaan Aroma****J. 1 Hasil Pengamatan Kesukaan aroma**

Panelis	Kode Sampel							Total
	Kontrol	A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2	
1	4	3	3	3	3	3	1	20
2	4	3	2	4	4	5	3	25
3	3	3	3	4	4	3	2	22
4	4	3	2	4	4	5	3	25
5	4	3	2	4	4	5	3	25
6	2	3	3	3	3	3	3	20
7	3	4	3	2	3	5	4	24
8	5	3	2	2	2	2	3	19
9	5	3	3	3	3	3	3	23
10	3	3	5	4	3	5	4	27
11	4	4	4	4	4	4	4	28
12	5	3	4	3	4	3	4	26
13	2	4	4	3	4	4	4	25
14	2	3	4	2	1	1	1	14
15	3	3	3	4	4	2	3	22
16	4	4	3	4	2	2	4	23
17	4	4	3	2	3	4	2	22
18	3	4	3	2	3	4	2	21
19	5	3	4	3	3	3	4	25
20	5	4	4	4	4	4	4	29
21	1	2	2	2	2	2	2	13
22	5	5	4	2	3	3	2	24
23	4	3	3	4	4	3	3	24
24	3	4	3	4	3	4	3	24
25	4	1	2	3	4	4	3	21
<b>Total</b>	91	82	78	79	81	86	74	
<b>Rata-Rata</b>	3.64	3.28	3.12	3.16	3.24	3.44	2.96	

## J. 2 Uji friedman

	Mean Rank
A1B1	3.62
A2B1	3.32
A3B1	3.44
A1B2	3.64
A2B2	3.88
A3B2	3.10

## J.3 Test Statistics(a)

N	25
Chi-Square	4.098
Df	5
Asymp. Sig.	0.535

**LAMPIRAN K. Analisis Kesukaan tekstur****K.1 Hasil Pengamatan Kesukaan Tekstur**

Panelis	Kode Sampel							Total
	Kontrol	A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2	
1	4	2	2	4	3	5	2	22
2	2	3	2	1	2	5	4	19
3	2	2	3	2	3	3	3	18
4	3	3	2	1	2	5	4	20
5	4	3	2	1	2	5	4	21
6	2	4	2	3	3	3	3	20
7	4	2	4	5	3	2	3	23
8	1	2	2	2	3	1	2	13
9	2	3	4	3	3	4	3	22
10	4	4	3	3	4	5	3	26
11	3	4	4	3	4	3	4	25
12	2	3	4	2	4	3	3	21
13	3	4	4	3	4	3	4	25
14	2	2	2	2	4	4	2	18
15	2	4	2	2	3	3	2	18
16	3	2	3	3	2	2	3	18
17	3	4	3	2	4	2	4	22
18	2	3	4	3	2	3	2	19
19	4	3	3	2	4	3	4	23
20	4	3	3	2	4	2	4	22
21	3	2	4	2	2	2	2	17
22	3	4	4	2	5	2	3	23
23	4	3	4	2	4	2	4	23
24	4	4	3	3	4	3	3	24
25	4	2	3	3	3	5	2	22
Total	74	75	76	61	81	80	77	
Rata-rata	2.96	3	3.04	2.44	3.24	3.2	3.08	

## K.2 Uji friedman

	Mean Rank
A1B1	3.56
A2B1	3.70
A3B1	2.44
A1B2	4.14
A2B2	3.54
A3B2	3.62

## K.3 Test Statistics(a)

N	25
Chi-Square	14.081
Df	5
Asymp. Sig.	0.015

**LAMPIRAN L. Analisis Kesukaan Keseluruhan****L.1 Hasil Pengamatan Kesukaan Keseluruhan**

Panelis	Kode Sampel							Total
	Kontrol	A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2	
1	4	2	4	3	2	5	3	23
2	4	2	4	4	4	3	1	22
3	2	3	3	3	4	3	3	21
4	4	2	4	4	4	3	1	22
5	3	2	4	4	4	3	1	21
6	4	3	3	3	3	3	3	22
7	4	3	4	4	4	3	4	26
8	4	3	2	2	3	1	3	18
9	3	3	3	3	3	3	3	21
10	4	3	3	3	4	5	3	25
11	2	4	4	3	4	3	4	24
12	4	4	3	3	4	3	3	24
13	4	4	4	3	4	4	4	27
14	4	4	1	2	5	4	2	22
15	3	3	4	2	3	4	4	23
16	4	4	3	4	4	3	4	26
17	2	4	3	2	4	4	3	22
18	3	4	3	2	4	3	2	21
19	5	3	3	3	4	3	4	25
20	4	3	3	3	4	3	4	24
21	3	2	3	2	2	2	2	16
22	4	3	4	4	3	4	3	25
23	4	3	3	2	4	3	3	22
24	3	4	3	4	4	3	3	24
25	4	2	3	3	4	5	3	24
Total	89	77	81	75	92	83	73	
Rata-rata	3.56	3.08	3.24	3	3.68	3.32	2.92	

## L.2 Uji friedman

	Mean Rank
A1B1	3.28
A2B1	3.54
A3B1	3.02
A1B2	4.54
A2B2	3.42
A3B2	3.20

## L.3 Test Statistics(a)

N	25
Chi-Square	15.066
Df	5
Asymp. Sig.	0.010



**LAMPIRAN M. Data Pengamatan dan Hasil Perhitungan Uji Efektivitas****M.1 Data Pengamatan Uji Efektivitas**

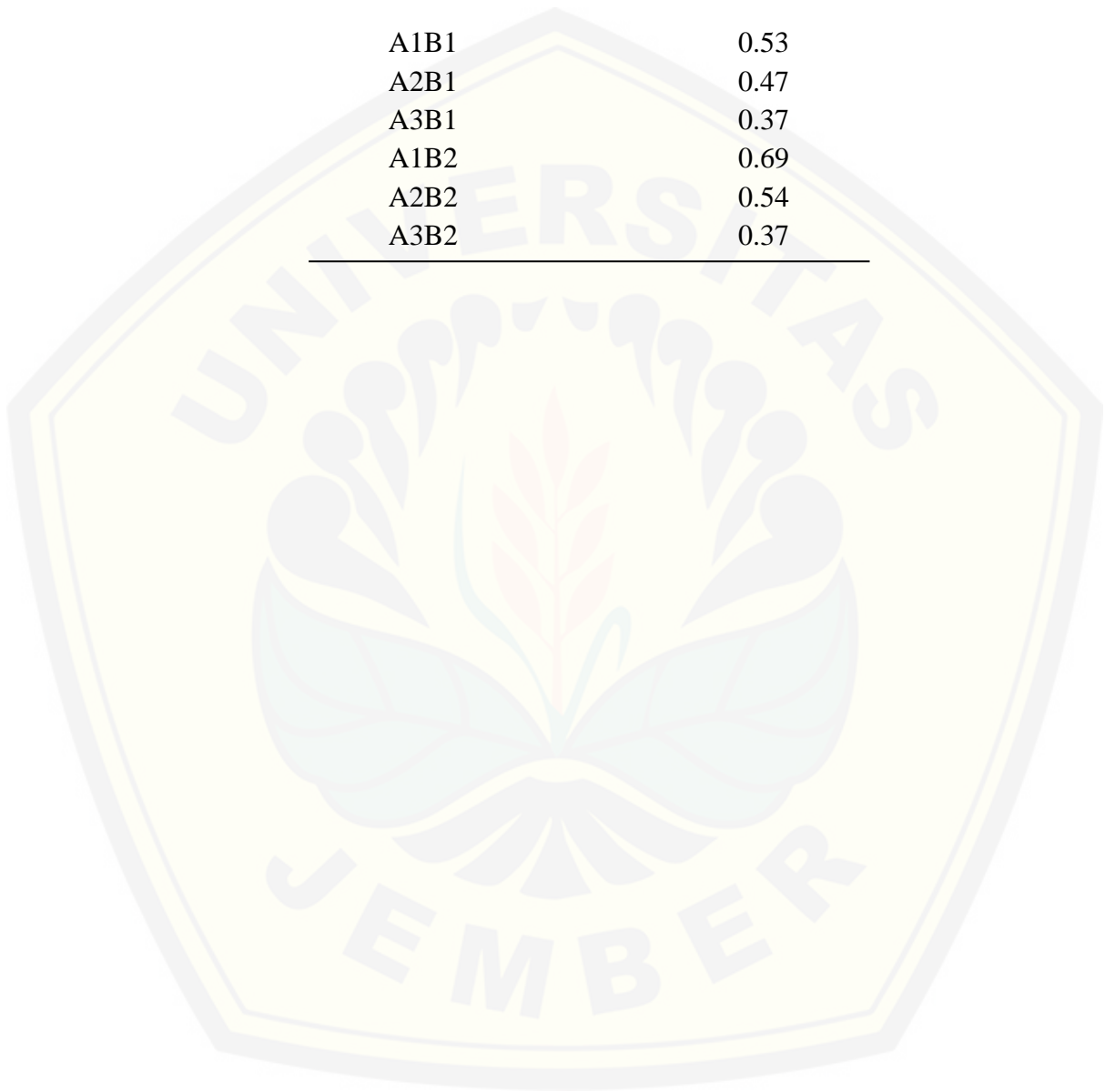
Parameter	Data terjelek	Data terbaik	Perlakuan					
			A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2
Rehidrasi	95.78	108.89	95.78	105.44	9	99.22	97.11	105.11
Daya kembang	60.00	100.00	80.00	60.00	73.33	0	80.00	80.00
Kadar Protein	7.47	10.73	7.47	9.19	10.73	8.11	9.20	10.22
Karbohidrat	75.60	79.06	79.06	76.88	75.60	77.38	78.07	76.06
Kadar Lemak	1.13	1.76	1.68	1.44	1.13	1.76	1.34	1.31
Kesukaan Rasa	2.76	3.44	3.44	3.20	3.00	3.24	2.88	2.76
Kesukaan Aroma	2.96	3.44	3.28	3.12	3.16	3.24	3.44	2.96
Kesukaan Warna	2.80	3.60	3.12	3.12	2.84	3.60	2.80	2.96
Kesukaan Tekstur	2.44	3.24	3.00	3.04	2.44	3.24	3.20	3.08
Kesukaan Keseluruhan	2.92	3.68	3.08	3.24	3.00	3.68	3.32	2.92

**M.2 Hasil Perhitungan Uji Efektivitas**

Parameter	Bobot Variabel	Bobot Normal	Nilai Hasil Perlakuan					
			A1B1	A2B1	A3B1	A1B2	A2B2	A3B2
Rehidrasi	1.0	0.120	-	0.089	0.120	0.032	0.012	0.086
Daya kembang	1.0	0.120	0.060	-	0.040	0.120	0.060	0.060
Kadar Protein	0.9	0.108	-	0.057	0.108	0.021	0.058	0.091
Karbohidrat	0.8	0.096	0.096	0.035	-	0.049	0.069	0.013
Kadar Lemak	0.7	0.084	0.073	0.042	-	0.084	0.029	0.024
Kesukaan Rasa	1.0	0.120	0.120	0.078	0.043	0.085	0.021	-
Kesukaan Aroma	1.0	0.120	0.080	0.040	0.050	0.070	0.120	-
Kesukaan Tekstur	1.0	0.120	0.084	0.090	-	0.120	0.114	0.096
Kesukaan Keseluruhan	0.9	0.108	0.023	0.046	0.011	0.108	0.057	-
<b>Total</b>	<b>8.3</b>	<b>1.0</b>	<b>0.538</b>	<b>0.478</b>	<b>0.373</b>	<b>0.691</b>	<b>0.541</b>	<b>0.370</b>

## M.3 Tabel Hasil Uji Efektivitas

Perlakuan	Nilai
A1B1	0.53
A2B1	0.47
A3B1	0.37
A1B2	0.69
A2B2	0.54
A3B2	0.37



Lampiran N. Gambar beras cerdas

