



**MUTU FISIK PRODUK KASTENGEL BERBAHAN BAKU CAMPURAN
TEPUNG MOCAF DAN TEPUNG TERIGU**

SKRIPSI

Oleh

**Ahmad Fausi
NIM 131710201090**

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**MUTU FISIK PRODUK KASTENDEL BERBAHAN BAKU CAMPURAN
TEPUNG MOCAF DAN TEPUNG TERIGU**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Pertanian (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Ahmad Fausi
NIM 131710201090

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur alhamdulillah skripsi ini saya persembahkan untuk:

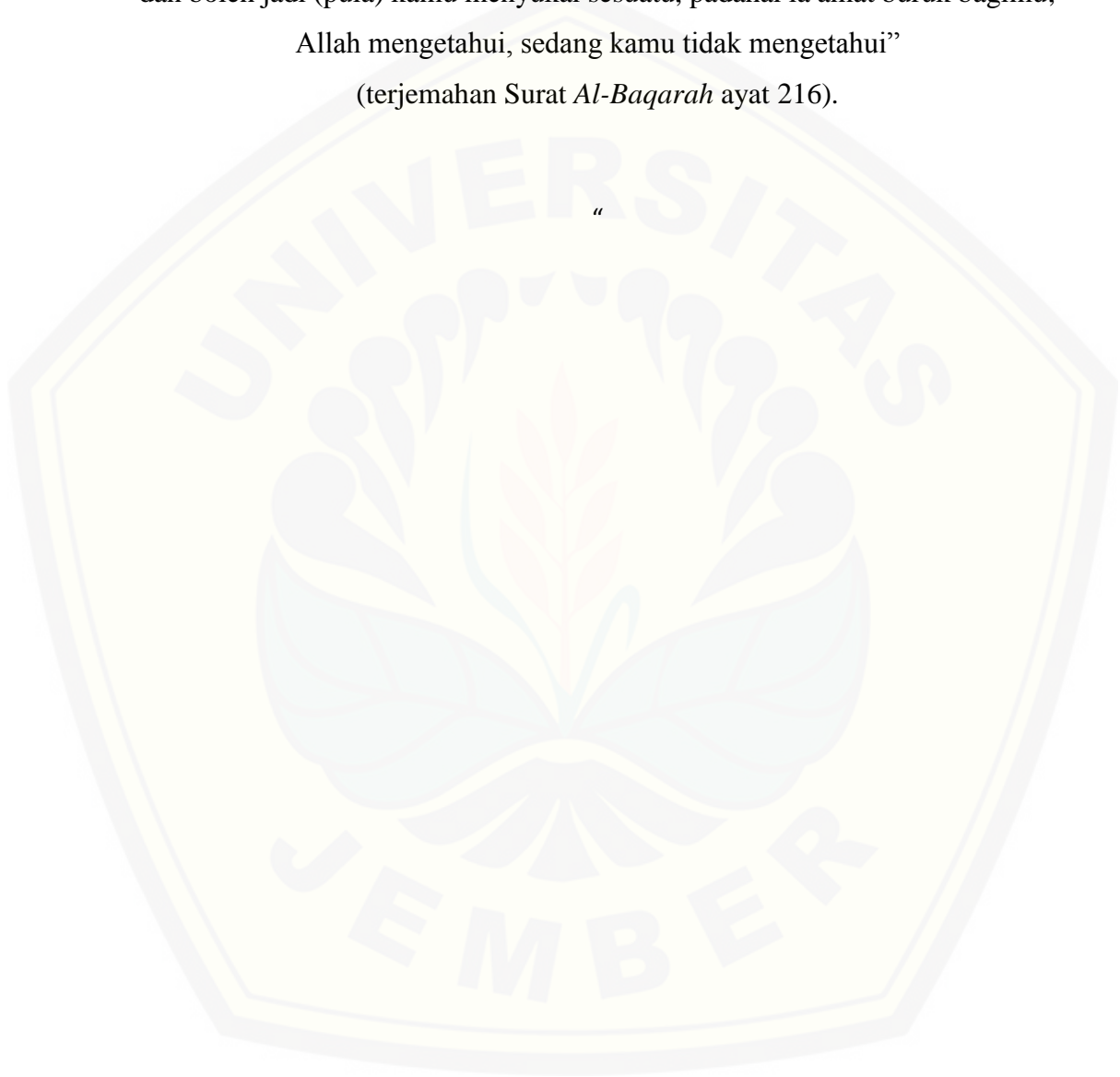
1. Ayahanda Salehuddin dan Ibunda Khalipah tercinta, motivator terbesar dalam hidup yang tak pernah bosan mendo'akan dan menyayangiku, atas semua nasehat, dorongan, semangat, dan pengorbanan serta kesabaran yang tak tergantikan hingga aku selalu kuat menjalani setiap rintangan yang ada didepan ”ya Allah ya Rahman ya Rahim... Terima kasih telah kau tempatkan aku diantara kedua malaikatmu yang setiap waktu ikhlas menjaga dan mendidik serta membimbingku dengan baik, ya Allah berikanlah balasan setimpal syurga firdaus untuk mereka dan jauhkanlah mereka nanti dari panasnya sengat hawa api nerakamu;
2. Seluruh keluarga besarku dan almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTO

“Diwajibkan atas kamu berperang, padahal berperang itu adalah sesuatu yang kamu benci. Boleh jadi kamu membenci sesuatu, padahal ia amat baik bagimu, dan boleh jadi (pula) kamu menyukai sesuatu, padahal ia amat buruk bagimu;

Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(terjemahan Surat *Al-Baqarah* ayat 216).



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Fausi

NIM : 131710201090

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul “Mutu Fisik Produk Kastengel Berbahan Baku Campuran Tepung Mocaf dan Tepung Terigu” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, 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 ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 15 Mei 2017
Yang menyatakan,

Ahmad Fausi
NIM 131710201090

SKRIPSI

**MUTU FISIK PRODUK KASTENDEL BERBAHAN BAKU CAMPURAN
TEPUNG MOCAF DAN TEPUNG TERIGU**

Oleh

Ahmad Fausi
NIM 131710201090

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.

Dosen Pembimbing Anggota : Sutarsi, S.TP., M.Sc.

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Mutu Fisik Produk Kastengel Berbahan Baku Campuran Tepung Mocaf dan Tepung Terigu“ telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Rabu, 03 Mei 2017

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng.
NIP 196910051994021001

Sutarsi, S.TP., M.Sc.
NIP 198109262005012002

Tim Penguji

Ketua,

Anggota,

Askin S.TP., M.M.T
NIP. 197008302000031001

Ir. Wiwik Siti Windrati M.P.
NIP. 195311211979032002

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

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

RINGKASAN

Mutu Fisik Produk Kastengel Berbahan Baku Campuran Tepung Mocaf dan Tepung Terigu; Ahmad Fausi, 131710201090; 2017; 55 halaman; Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Mocaf adalah jenis tepung yang dibuat dari ubi kayu, prinsip pembuatannya memodifikasi sel ubi kayu dengan fermentasi. Hal ini akan menyebabkan perubahan karakteristik tepung yang dihasilkan, serta cita rasa mocaf menjadi netral menutupi citra rasa ubi kayu sampai 70%. Mocaf dapat digunakan sebagai bahan baku dari berbagai jenis makanan, mulai dari *mie*, *bakery*, *cookies* hingga makanan semi basah, karena mempunyai spektrum aplikasi yang mirip dengan tepung terigu, beras dan tepung lainnya. Mocaf dapat menggantikan terigu untuk kue kering dan produk *bakery* yang mengandalkan pengembang dari kocokan telur, seperti *cake* dan *cookies*, salah satu *cookies* yang populer di Indonesia adalah kastengel. *Cookies* yang dibuat dengan mocaf dan tepung koro sebagai substitusi tepung terigu, berpengaruh terhadap tekstur. Hasil studi sebelumnya belum melakukan investigasi pengaruh mocaf terhadap sifat-sifat fisik, warna, kadar air serta aktivitas air produk kastengel. Tujuan penelitian adalah menentukan sifat fisik, warna, kadar air dan aktivitas air produk kastengel. mengkaji pengaruh beragam komposisi campuran tepung terigu dan mocaf terhadap kekuatan fisik, warna, kadar air dan aktivitas air produk kastengel. Penelitian dilakukan pada bulan September sampai Oktober 2016, di Laboratorium Enjiniring Hasil Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah mocaf dan tepung terigu. Penelitian menggunakan metode eksperimen rancangan acak lengkap dengan dua variabel percobaan, yaitu perbandingan komposisi mocaf dan tepung terigu. Perbandingan komposisi mocaf dan tepung terigu mulai 0:100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20 sampai 100:0. Analisis data yang dilakukan diantaranya mengkorelasi pengaruh komposisi tepung mocaf dan terigu terhadap sifat fisik, kadar air, aktivitas air serta warna produk kastengel setiap perlakuan. Menguji variasi sampel pada setiap perlakuan serta mengevaluasi hasil korelasi masing-masing variabel percobaan dengan variabel pengukuran produk kastengel. Berdasarkan hasil penelitian bahwa mocaf lebih berpengaruh terhadap variabel pengukuran *hardness cycle 1*, *hardness cycle 2*, *cohesiveness*, *fracturability*, tingkat kecerahan, tingkat kekuningan, dan kekuatan warna dengan nilai hubungan positif, yang artinya berbanding lurus. Sedangkan nilai pengaruh mocaf pada variabel pengukuran *quantity of fractures*, kadar air, aktivitas air, dan tingkat kemerahan berbanding terbalik, artinya bernilai negatif. Rata-rata parameter pengukuran yang dihasilkan yaitu nilai *hardness cycle 1* (HC1) 7,23 N; *hardness cycle 2* (HC2) 4,29 N; *cohesiveness* (C) 0,07 N; *quantity of fractures* (QF) 0,30 N; *fracturability* (F) 7,09 N; kadar air (KA) 2,11 %; aktivitas air (a_w) 0,134; kekuatan warna (L) 55,4; tingkat kemerahan (a) 5,28; tingkat kekuningan (b) 20,99; chroma (CR) 21,66.

SUMMARY

Physical Quality Kastengel Products Made From Mix mocaf and Wheat Flour; Ahmad Fausi, 131710201090; 2017; 55 pages; Departement of Agricultural Engineering Faculty of Agricultural Technology University of Jember.

Mocaf is a type of flour made from cassava, the principle of making the cell modify cassava by fermentation. This will lead to changes in the characteristics of the resulting powder, and the taste mocaf be neutral flavors cassava cover up to 70%. Mocaf can be used as raw materials of various types of food, ranging from noodles, bakery, cookies until the semi-wet food, because it has a wide spectrum of applications similar to wheat flour, rice and other flour. Mocaf can replace wheat flour for pastries and bakery products that rely on developers of beaten eggs, such as cake and cookies, one of the cookies are popular in Indonesia is kastengel. Cookies made with mocaf and koro flour as wheat flour substituent effect on the texture. Results of previous studies have not conducted an investigation mocaf influence on physical properties, color, water content and water activity of kastengel product. The research objective were to determine the physical properties, color, moisture content and water activity kastengel product. assesed the effect of varying composition of flour and mocaf mixture against physical strength, color, moisture content and water activity kastengel product. The study conducted from September to October 2016, in the Laboratory of Engineering of Agricultural Products Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture, University of Jember. The main materials used in the study were mocaf and wheat flour. The study used an experimental method completely randomized design with two experimental variables, that is the comparison of the composition of mocaf and wheat flour. The comparison of mocaf and wheat flour started 0: 100; 20:80; 40:60; 60:40; 80:20 to 100: 0. Data analysis conducted among correlation influence mocaf and wheat flour composition of the physical properties, moisture content, water activity as well as the color of the product kastengel each treatment. Test sample variation in each treatment and to evaluate the results of the correlation of each variable with a variable measurement experiment kastengel products. Based on the research that mocaf has more influence on the measurement variable hardness of cycle 1, hardness cycle 2, cohesiveness, fracturability, brightness, the degree of yellowness, and the power of color with a positive relationship, which means proportional. While the value of mocaf influence on the measurement variable quantity of fractures, moisture content, water activity, and the degree of redness is inversely proportional, that means negative. On average parameter measurements resulting hardness value is cycle 1 (HC1) 7,23 N; hardness cycle 2 (HC2) 4,29 N; cohesiveness (C) 0,07 N; quantity of fractures (QF) 0,30 N; fracturability (F) 7.09 N; water content (KA) 2,11%; water activity (a_w) 0,134; color strength (L) 55,4; degree of redness (a) 5,28; yellowness level (b) 20,99; chroma (CR) 21,66.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Mutu Fisik Produk Kastengel Berbahan Baku Campuran Tepung Mocaf dan Tepung Terigu”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

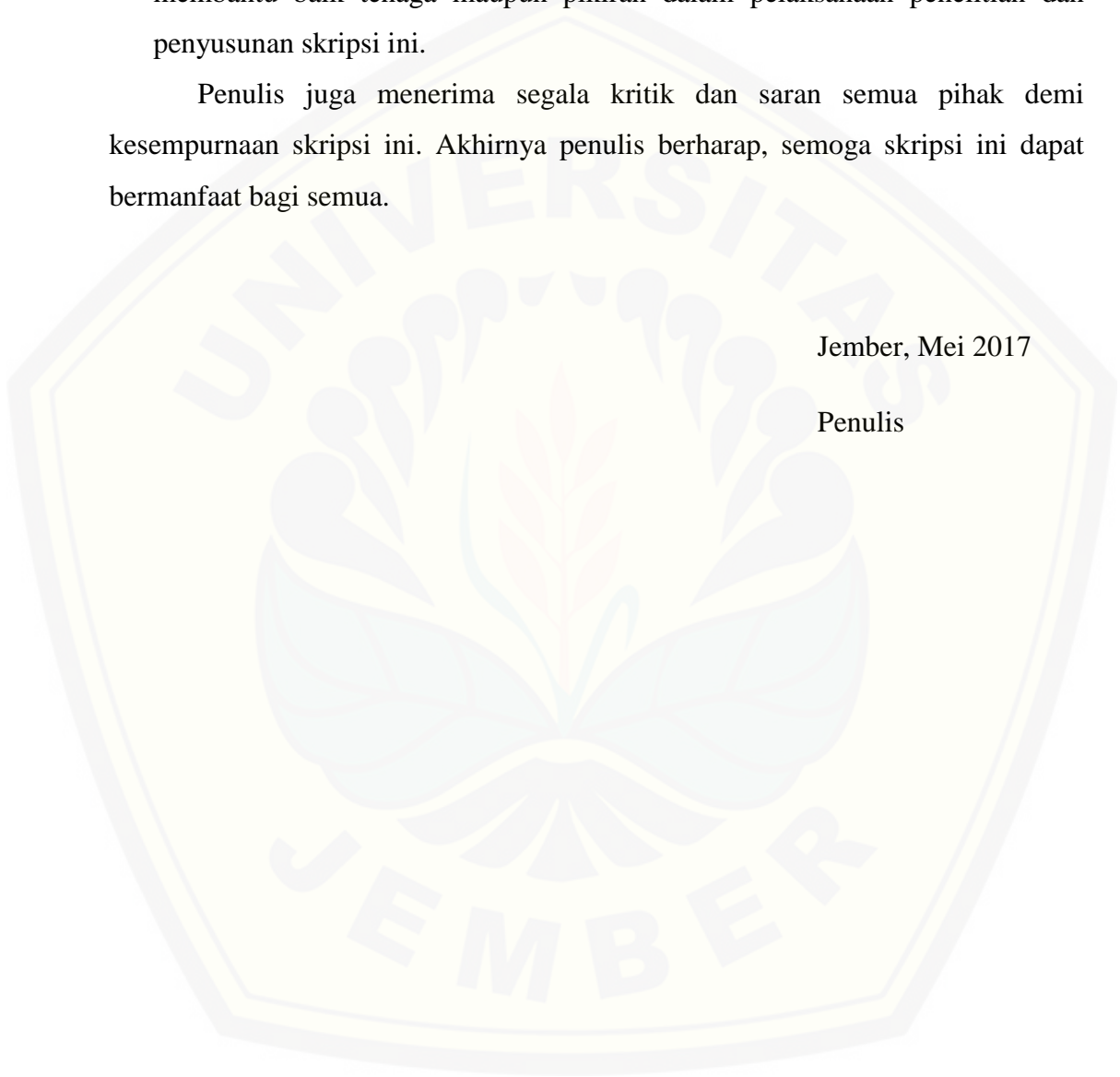
1. Dr. Ir. Iwan Taruna, M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah meluangkan tenaga, waktu, pikiran, dan perhatian dalam membimbing penulisan skripsi ini;
2. Sutarsi, S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Anggota yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan perbaikan dalam penulisan skripsi ini;
3. Askin S.TP., M.M.T. selaku ketua tim penguji dan Ir. Wiwik Siti Windrati M.P. selaku anggota tim penguji yang telah memberikan arahan dan masukan demi terselesainya skripsi ini;
4. Dr. Ir. Bambang M., M.Eng., sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama penulis menjadi mahasiswa;
5. Dr. Dedy Wirawan Soediby, S.TP., M.Si. selaku Komisi Bimbingan Jurusan Teknik Pertanian;
6. Seluruh dosen pengampu mata kuliah, terima kasih atas ilmu dan pengalaman yang diberikan serta bimbingan selama studi di Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
7. Seluruh staf dan karyawan di lingkungan Fakultas Teknologi Pertanian, terima kasih atas bantuan dalam mengurus administrasi dan yang lainnya;
8. Anggota veteran Wahyu Triwijaya Kusuma, Nur Arifin, Kukuh Febri W dan Mohamad Hunaefi terimakasih dukungan dan motivasinya;
9. Keluarga EHP Qyun, Behyu, Elisabet, Ediot, Lidiot, Latipan, dan Anggi terimakasih atas kebersamaan di lab EHP selama penelitian;

10. Teman-temanku Teknik Pertanian seangkatan 2012 dan 2013 yang penuh dengan semangat dan kasih sayang terima kasih atas nasehat serta motivasinya;
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah membantu baik tenaga maupun pikiran dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.

Penulis juga menerima segala kritik dan saran semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya penulis berharap, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua.

Jember, Mei 2017

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	viii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tepung Mocaf	4
2.2 Tepung Terigu	4
2.3 Tepung Komposit	5
2.4 Sifat Fisik Tepung	6
2.5 Tekstur	6
2.6 Kadar Air	8
2.7 Aktivitas Air	9
2.8 Warna	9

2.9 Produk Pangan Berbahan Tepung	11
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	12
3.2.1 Bahan Penelitian	12
3.2.2 Alat Penelitian	12
3.3 Prosedur Penelitian	12
3.3.1 Penelitian Pendahuluan	12
3.3.2 Penelitian Utama	13
3.3.3 Pengumpulan Bahan Baku	14
3.3.4 Proses Pembuatan Produk Kastengel	14
3.3.5 Pengukuran Sampel	14
3.4 Analisis Data	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Proses Pembuatan Produk Kastengel	20
4.2 Karakteristik Mutu Produk Kastengel pada Beragam Campuran Komposisi Tepung Mocaf dan Tepung Terigu	21
4.2.1 Pengaruh Penambahan Beragam Komposisi Tepung Mocaf Terhadap Sifat Fisik Produk Kastengel	24
4.2.2 Pengaruh Penambahan Beragam Komposisi Mocaf terhadap Kadar Air (KA) Produk Kastengel	29
4.2.3 Pengaruh Penambahan Beragam Komposisi Mocaf terhadap Aktivitas Air (a_w) Produk Kastengel	31
4.2.4 Pengaruh Beragam Komposisi Mocaf Terhadap Warna Produk Kastengel	32
BAB 5. PENUTUP	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi Kimia Mocaf	4
2.2 Komposisi Kimia Terigu	5
3.1 Perbandingan Komposisi Mocaf dan Terigu	14
4.1 Nilai Sidik Ragam Mutu Fisik Produk Kastengel Hasil Campuran Tepung Mocaf dan Tepung Terigu	22
4.2 Data Mutu Fisik Produk Kastengel Hasil Campuran Tepung Mocaf dan Tepung Terigu	22
4.3 Koefisien Korelasi (r) antara Tepung Mocaf dan Tepung Terigu	23
4.4 Interpretasi Koefisien Korelasi	23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Grafik Parameter Pengukuran Tekstur	7
3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian	13
3.2 <i>Setup Aplikasi TexturPro CT V1.6 build 26</i>	16
3.3 <i>Result Data</i> atau Hasil Data Pengukuran yang akan ditampilkan	17
3.4 <i>Test</i> merupakan Identifikasi Jenis Sampel dan Pengukuran	17
3.5 <i>Graph</i> atau Grafik Data Hasil Pengukuran Sampel	18
4.1 Produk Kastengel dengan Perlakuan M0-M10	20
4.2 Produk Kastengel yang telah Diukur Kadar Airnya	21
4.3 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan <i>Hardness Cycle 1 (HC 1)</i>	24
4.4 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan <i>Hardness Cycle 2 (HC 2)</i>	26
4.5 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan <i>Cohesiveness (C)</i>	26
4.6 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan <i>Quantity of Fractures (QF)</i>	28
4.7 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan <i>Fracturability (F)</i>	29
4.8 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan Kadar Air (KA)	30
4.9 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan Nilai Aktivitas Air (a_w)	31
4.10 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan Tingkat Kecerahan (L)	33
4.11 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan Nilai Tingkat Kemerahan (a)	34
4.12 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan Nilai Tingkat Kekuningan (b)	35
4.13 Hubungan antara Berbagai Komposisi Penambahan Tepung Mocaf dengan Kekuatan Warna (CR)	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Data Pengukuran Warna Tiap Ulangan dan Perlakuan	42
2. Data Pengukuran Sifat Fisik Tiap Ulangan dan Perlakuan	44
3. Data Pengukuran Kadar Air dan Aktivitas Air (a_w)	47
4. Data Penelitian	48
5. Hasil Uji <i>Analysis Of Variance</i> (Anova)	49
6. Hasil Uji Duncan (DMRT)	50
7. Data Korelasi	54
6. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	55

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mocaf adalah jenis tepung yang dibuat dari ubi kayu, prinsip pembuatannya yaitu memodifikasi sel ubi kayu dengan fermentasi, proses liberasi akan mengubah karakteristik tepung antara lain, naiknya viskositas, kemampuan gelasi, daya rehidrasi, dan kemudahan melarut. Selanjutnya granula pati akan mengalami hidrolisis yang menghasilkan monosakarida sebagai bahan baku untuk menghasilkan asam-asam organik. Hal ini akan menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan serta cita rasa mocaf menjadi netral karena menutupi cita rasa ubi kayu sampai 70%. Selama proses fermentasi terjadi pula penghilangan komponen penimbul warna, seperti pigmen yang dapat menyebabkan warna coklat ketika pemanasan, dampaknya adalah warna mocaf yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi kayu biasa. Beberapa hasil uji coba menunjukkan bahwa mocaf dapat digunakan sebagai bahan baku dari berbagai jenis makanan, mulai dari *mie*, *bakery*, *cookies* hingga makanan semi basah, karena mempunyai spektrum aplikasi yang mirip dengan tepung terigu, beras dan tepung lainnya (Subagio *et al.* 2008:1).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Sunarsi *et al.* 2011:310) memanfaatkan singkong menjadi tepung mocaf untuk pemberdayaan masyarakat akan mempunyai nilai jual yang lebih tinggi, sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomi masyarakat di desa. Menurut Echa (2014) tepung mocaf dapat menggantikan terigu untuk kue kering dan produk *bakery* yang mengandalkan pengembang dari kocokan telur, seperti *cake* dan *cookies*. Sedangkan untuk roti, penggantian terigu dengan mocaf belum bisa 100%. Keberadaan terigu masih diperlukan sebagai sumber protein gluten yang akan menghasilkan sifat elastis setelah difermentasi dengan ragi.

Penelitian tentang mocaf juga dilakukan oleh (Saputra *et al.* 2014:121) tentang pengaruh penggunaan tepung koro dan tepung mocaf sebagai substitusi tepung terigu terhadap karakteristik fisik, kimia dan sensori *cookies*, menyatakan bahwa *cookies* yang dibuat dengan tepung *mocaf* dan tepung koro sebagai

pensubstitusi tepung terigu mengandung abu, protein, lemak, dan serat kasar lebih tinggi serta memiliki tekstur yang lebih keras dibandingkan dengan *cookies* kontrol.

Tampak pada beberapa hasil studi sebelumnya belum melakukan investigasi pengaruh mocaf terhadap sifat-sifat fisik kastengel, oleh karena itu pada penelitian ini akan dilakukan percobaan pencampuran tepung terigu dengan mocaf terhadap produk kastengel dan dilakukan pengujian sifat fisik, kadar air, aktivitas air serta warna produk kastengel. Diharapkan dengan adanya aplikasi mocaf terhadap bahan pangan ini bisa mengurangi ketergantungan penggunaan tepung terigu yang masih impor, serta menambah keragaman aplikasi pemanfaatan tepung mocaf yang masih belum dikenal secara umum oleh masyarakat. Mengingat konsumsi terigu nasional mengalami kenaikan pada Januari 2016 dibanding tahun sebelumnya sebesar 3,8% atau sekitar 475.500 ton (Aditya, 2016).

1.2 Rumusan Masalah

Pada pembuatan produk kastengel yang menggunakan bahan baku campuran tepung mocaf dan tepung terigu mengalami perubahan sifat fisik. Namun belum adanya informasi tentang pengaruh sifat fisik produk kastengel yang menggunakan bahan baku campuran tepung mocaf dan tepung terigu. Oleh karena itu, diperlukan studi tentang mutu fisik produk kastengel berbahan baku campuran tepung mocaf dan tepung terigu.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini khusus meneliti pengaruh beragam campuran komposisi tepung terigu dan tepung mocaf pada pembuatan produk kastengel, serta membandingkan pengaruh perubahan sifat fisik, warna, kadar air dan aktivitas air produk kastengel.

1.4 Tujuan

Kegiatan penelitian ini mempunyai tujuan umum yaitu mempelajari proses produksi kastengel menggunakan bahan baku hasil pencampuran tepung mocaf dan tepung terigu, sedangkan tujuan khusus penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karakterisasi sifat fisik, warna, kadar air dan aktivitas air produk kastengel berbahan baku campuran tepung mocaf dan tepung terigu.
2. Mengkaji pengaruh beragam komposisi campuran tepung terigu dan tepung mocaf terhadap kekuatan fisik, warna, kadar air dan aktivitas air produk kastengel.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Memberikan informasi bagi industri terhadap sifat fisik, warna, kadar air dan aktivitas air produk kastengel hasil pencampuran mocaf dan terigu dalam rangka memperkaya khazanah ilmu pengetahuan dan teknologi.
2. Dapat dijadikan referensi pembuatan produk kastengel menggunakan bahan baku campuran tepung mocaf dan tepung terigu.
3. Menambah keragaman pemanfaatan tepung mocaf untuk pembuatan kastengel.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tepung Mocaf

Tepung mocaf (*Modified cassava flour*) adalah produk turunan dari tepung singkong yang menggunakan prinsip memodifikasi sel singkong secara fermentasi, sehingga dapat digunakan sebagai *food ingredient* dengan skala sangat luas. Hasil uji coba menunjukkan bahwa mocaf dapat digunakan sebagai bahan baku dari berbagai jenis makanan, mulai dari *mie*, *bakery*, *cookies* hingga makanan semi basah. Karena mempunyai spektrum aplikasi yang mirip dengan tepung terigu, beras dan tepung-tepungan lainnya (Subagio *et al.*, 2008:1).

Nilai mocaf secara organoleptik sangat menguntungkan. Sebab aroma dan citarasa mocaf hampir setara dengan terigu. Kemungkinan kelangkaan dari segi bahan baku dapat dihindari karena tidak tergantung dari impor seperti gandum yang mencapai enam juta ton per tahun (Untung, 2009). Selain itu, harga mocaf relatif lebih murah dibanding dengan harga terigu sehingga biaya pembuatan produk dapat diminimalkan. Tabel 2.1 adalah komposisi kimia mocaf.

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Mocaf

Parameter	Satuan	Mocaf
Kadar Air	%	11
Kadar Protein	%	1,0
Kadar Abu	%	0,2
Kadar Pati	%	85-87
Kadar Serat	%	1,9-3,4
Kadar Lemak	%	0.4-0,8

Sumber : (Subagio *et al.*, 2008:1).

2.2 Tepung Terigu

Tepung terigu adalah tepung atau bubuk halus yang berbahan baku bulir gandum dan dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuat mie, roti dan biskuit. Kata terigu dalam bahasa Indonesia diserap dari bahasa Portugis *trigo*, yang berarti "gandum". Gandum (*Triticum sp.*) sendiri berasal dari daerah subtropik, merupakan sereal dari family gramineae (*Poaceae*). Gandum merupakan bahan makanan sumber kalori dan protein. Salah satu produk olahan gandum adalah

tepung terigu yang menjadi bahan baku beraneka pangan antara lain mie, roti, biskuit dan lain-lain (Aini, 2013:57). Zat pati yang terkandung dalam tepung terigu adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, tepung terigu juga mengandung protein dalam bentuk gluten, yang berperan dalam menentukan kekenyalan makanan. Kandungan zat pati pada tepung terigu dapat dilihat pada Tabel 2.2 komposisi kimia terigu.

Tabel 2.2 Tabel Komposisi Kimia Terigu

Parameter	Satuan	Terigu
Kadar Air	%	12
Kadar Protein	%	8-13
Kadar Abu	%	1,3
Kadar Pati	%	60-68
Kadar Serat	%	2-2,5
Kadar Lemak	%	1,5-2

Sumber : (Sunarsi *et al.*, 2011:310)

Tepung terigu sendiri menurut (Syarbini, 2016) dibagi dalam tiga jenis, diantaranya adalah:

1. Tepung berprotein tinggi (*bread flour*) adalah tepung terigu yang mengandung kadar protein tinggi, antara 12%-14%, digunakan sebagai bahan pembuat roti, mie, pasta dan donat. Dipasaran tepung ini lebih dikenal dengan terigu cakra kembar.
2. Tepung berprotein sedang/serbaguna (*all purpose flour*) adalah tepung terigu yang mengandung kadar protein sedang, sekitar 10%-11,5%, digunakan sebagai bahan pembuat kue/*cake*, dipasaran lebih dikenal dengan sebutan tepung segitiga biru.
3. Tepung berprotein rendah (*pastry flour*) adalah mengandung protein sekitar 8%-9,5%, umumnya digunakan untuk membuat kue yang renyah, seperti biskuit atau kulit gorengan ataupun keripik, dipasaran tepung ini lebih dikenal dengan nama terigu cap kunci.

2.3 Tepung Komposit

Tepung komposit yaitu tepung yang dibuat dari dua atau lebih bahan pangan, misalnya tepung komposit kasava-terigu-kedelai, tepung komposit

jagung-beras, atau tepung komposit kasava-terigu-pisang. Tujuan pembuatan tepung komposit yaitu untuk mendapatkan karakteristik bahan yang sesuai untuk produk olahan yang diinginkan atau untuk mendapatkan sifat fungsional tertentu. Pertimbangan lain adalah faktor ketersediaan dan harga bahan baku (Widowati, 2009).

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Hartoyo dan Sunandar, 2006:57) tentang pembuatan biskuit kaya energi protein telah berhasil dilakukan dengan memanfaatkan tepung komposit yang berasal dari ubi jalar, kecambah kedelai dan kecambah kacang hijau. Biskuit kaya energi protein terbaik dengan komposisi 42 % tepung ubi jalar, 25 % tepung kecambah kedelai dan 13 % tepung kecambah kacang hijau, dengan kandungan karbohidrat sebesar 60,65 %, protein 12,34 %, lemak 24,56 % dan serat makanan total 15,01 %. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan tepung komposit bisa ditingkatkan terhadap produk lain sehingga dapat mengurangi ketergantungan bahan baku produk pangan khususnya yang masih impor seperti tepung terigu.

2.4 Sifat Fisik Tepung

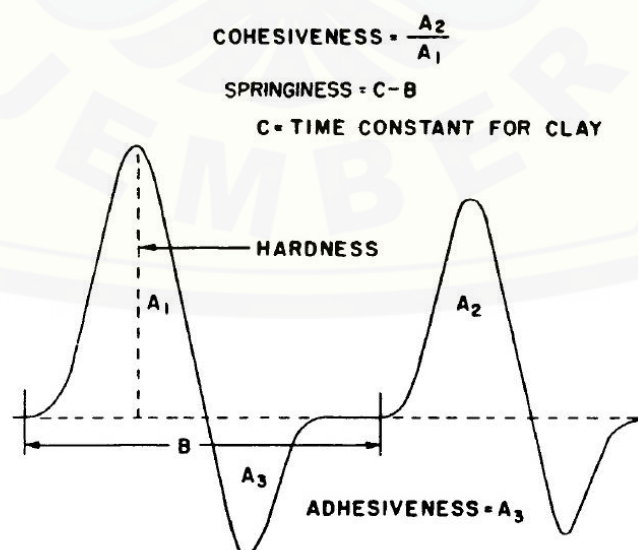
Sifat fisik dari bahan pangan sangat berpengaruh terhadap tingkat kesukaan dan pemilihan produk oleh konsumen, untuk menghindari persepsi yang kurang baik terhadap produk, perlu dilakukan analisa sifat fisik sehingga menciptakan kesan yang positif terhadap produk khususnya tepung. Pada tepung sendiri bisa dilakukan analisis sifat fisik yaitu warna dengan menggunakan alat *chroma meter tes* (Dvorak, 2009:35). Selain warna beberapa sifat fisik tepung adalah distribusi ukuran, densitas curah, daya serap air serta daya serap minyak.

2.5 Tekstur

Tekstur adalah salah satu dari sifat kualitas yang mempengaruhi produk dan persepsi konsumen, menurut (deMan, 1999:311) tekstur makanan didefinisikan sebagai suatu kelompok karakteristik fisik yang timbul dari elemen struktur makanan yang dirasakan oleh indra peraba dan perasa. Penilaian tekstur bertujuan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap elastisitas atau kekerasan suatu produk pangan dengan menggunakan indera peraba dan perasa,

selain itu tujuan dari mempelajari tekstur untuk menetapkan perilaku mekanis dari makanan bila dikonsumsi.

Ada tiga dimensi dari tekstur yaitu sifat sensori, berhubungan dengan struktur makanan dan sifat multi dimensi yang menggambarkan sejumlah karakteristik (kekerasan, kekenyalan, kerenyahan, dan lain-lain). Pengukuran tekstur telah menjadi salah satu faktor terpenting dalam industri pangan, khususnya sebagai indikator dari aspek non-visual. Kemampuan dalam menguji dan mengukur tekstur, memberikan keleluasaan bagi pihak industri untuk menetapkan standar kualitas baik dari segi pengepakan atau pengemasan maupun penyimpanan. Beberapa istilah untuk sifat tekstur makanan adalah kekerasan *hardness* didefinisikan sebagai daya tahan terhadap deformasi atau puncak grafik pertama pada pengukuran menggunakan alat *texture analyzer*, *cohesiveness* atau ketahanan kekompakan ikatan dalam suatu bahan terhadap deformasi atau perubahan bentuk, nilai *cohesiveness* ditentukan oleh luasan kurva kedua nilai *hardness* dibagi dengan luasan kurva pertama nilai *hardness*. Selain itu terdapat pula karakteristik mekanis dari suatu bahan pangan yaitu *fracturability* atau tingkat kegetasan atau kerapuhan suatu makanan yang ditandai oleh puncak pertama sebelum nilai *hardness* (deMan, 1999:313). Untuk mengetahui beberapa sifat tekstur tersebut bisa diperoleh dari grafik hasil pengukuran dengan alat *texture analyzer* seperti Gambar 2.1 grafik parameter pengukuran tekstur.



Gambar 2.1 Grafik Parameter Pengukuran Tekstur (Sumber: deMan, 1999:334)

Bourne (2002) telah mempublikasi secara luas tentang beberapa aspek dari tekstur, yaitu pengukuran dan interpretasi dari data yang berhubungan dengan tekstur makanan. Metode TPA berbasis kompresi atau tekanan pada sampel beserta alat *texture analyzer* digunakan untuk menilai tekstur secara objektif dengan *probe* berbentuk silindris (Kim, 2015:240).

Prinsip kerja alat *texture analyzer* yaitu memberi tekanan pada sampel dengan probe, selanjutnya probe bergerak turun secara perlahan sesuai dengan kecepatan yang telah ditentukan (*pretest*) sampai menyentuh permukaan sampel atau ambang batas permukaan sampel. Selanjutnya probe bergerak menekan sampel pada meja objek dengan beban (*trigger*), jarak dan kedalaman yang telah ditetapkan. Hasil pengukuran beban terus direkam sebagai data hasil pengukuran sampai probe kembali pada posisi semula (Brookfield Engineering Laboratories, Tanpa Tahun).

2.6 Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya kandungan air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen, air merupakan komponen penting dalam bahan pangan, karena dapat mempengaruhi kenampakan, keseragaman, tekstur, serta cita rasa pangan. Kadar air bahan dapat dinyatakan berdasarkan basis basah (*wet basis*) dan berdasarkan basis kering (*dry basis*). Kadar air basis basah mempunyai batas maksimum teoritis sebesar 100 %, sedangkan kadar air berdasarkan basis kering dapat lebih dari 100 persen. Persamaan 2.1 adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung kadar air berdasarkan basis basah (Taib *et al.*, 1988:19).

$$M_{wb} = \frac{W_a}{W_b} \times 100\% \dots\dots\dots$$

(2.1)

Keterangan:

M_{wb} = Kadar air berdasarkan bobot basah (%)

W_a = Bobot air bahan (g)

W_b = Bobot bahan basah (g)

Sedangkan Persamaan 2.2 adalah persamaan yang digunakan untuk menghitung kadar air basis kering (*dry basis*).

$$M_{db} = \frac{W_a}{W_k} \times 100\% \dots\dots\dots (2.2)$$

Keterangan:

M_{db} = Kadar air bahan berdasarkan bobot kering (%)

W_a = Berat air bahan (g)

W_k = Bobot kering bahan (g)

2.7 Aktivitas Air

Menurut Taib *et al.* (1988:9) aktivitas air atau *water activity* (a_w) adalah jumlah air bebas dalam bahan yang dapat digunakan oleh mikroba terhadap proses pertumbuhannya. Untuk memperpanjang daya tahan suatu bahan, maka sebagian air pada bahan harus dihilangkan, sehingga mencapai kadar air tertentu. Daya tahan bahan dipengaruhi oleh jumlah kandungan air pada bahan sehingga tidak ada mikroba yang bisa hidup pada bahan dengan kadar air tertentu.

Aktivitas air disebut juga perbandingan antara tekanan uap air suatu larutan dengan tekanan uap air murni pada suhu yang sama. Untuk memperpanjang daya tahan suatu bahan, sebagian air dalam bahan harus dihilangkan dengan beberapa cara tergantung dari jenis bahan, dengan tujuan menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

2.8 Warna

Penentuan mutu bahan makanan pada umumnya sangat bergantung pada beberapa faktor diantaranya citarasa, warna, tekstur dan kandungan gizinya. Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan. Baik tidaknya cara pencampuran atau cara pengolahan dapat ditandai dengan adanya warna yang seragam (Kim, 2015:239).

Warna adalah spektrum cahaya yang dipantulkan oleh benda yang kemudian ditangkap oleh indra penglihatan kita (yakni mata) lalu diterjemahkan oleh otak sebagai sebuah warna tertentu. Warna yang diterima jika mata

memandang objek yang disinari berkaitan dengan tiga faktor yaitu sumber sinar, ciri kimia dan fisika objek, serta sifat-sifat kepekaan spektrum mata.

Pengukuran warna suatu bahan pangan bisa dilakukan dengan alat *color reader*. Salah satu cara pengukuran warna adalah dengan sistem warna hunter. Pada sistem ini penilaian terdiri atas 3 parameter yaitu nilai L, a dan b. Pada penilaian L menjelaskan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromati putih, abu-abu dan hitam dengan notasi $L = 0$ (hitam) ; 100 (putih). Nilai a merupakan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai +a (positif) warna merah dan -a (negatif) untuk warna hijau. Sedangkan untuk nilai +b (positif) untuk warna kuning dan nilai -b (negatif) untuk warna biru. Warna bahan dapat diukur dengan melakukan perbandingan antara warna standart atau kalibrasi yang dinyatakan dengan nilai L_t , a_t dan b_t , hasil pengukuran warna pada objek akan menampilkan perubahan nilai atau delta dari masing masing 3 parameter, yaitu ΔL , Δa dan Δb (deMan, 1999: 238). Saturation/Chroma adalah tingkatan warna berdasarkan ketajamannya berfungsi untuk mendefinisikan warna suatu objek cenderung murni atau cenderung kotor (gray). Saturation mengikuti persentase yang berkisar dari 0% sampai 100% sebagai warna paling tajam.

Prinsip kerja color reader adalah sistem pemaparan warna dengan menggunakan sistem CIE dengan tiga reseptor warna yaitu L, a, b Hunter. Lambang L menunjukkan tingkat kecerahan berdasarkan warna putih, lambang a menunjukkan kemerahan atau kehijauan, dan lambang b menunjukkan kekuningan atau kebiruan. Cara kerja alat ini adalah ditempelkan pada sampel, yang akan diuji intensitas warnanya, kemudian tombol pengujian ditekan sampai berbunyi atau lampu menyala dan akan memunculkannya dalam bentuk angka dan kemudian diukur pada grafik untuk mengetahui spesifikasi warna.

Sistem hunter membedakan warna menjadi 3 dimensi warna. Simbol (a) untuk kemerahan dan kehijauan, simbol (b) untuk kekuningan dan kebiruan. warna yang ketiga adalah *lightness* (L) atau kecerahan. Nilai CIE dapat dikonversi menjadi nilai warna dalam system hunter menjadi L, a, b. Begitu pula sebaliknya nilai L, a, b dapat dikonversi menjadi nilai CIE X%, Y, Z% (de man, 1999).

2.9 Produk Pangan Berbahan Tepung

Beberapa pangan umumnya tidak lepas dari bahan baku tepung, seperti kue tradisional, biskuit, roti, *mie*, dan salah satunya adalah kastengel. Kue kering kastengel merupakan salah satu kue kering yang terkenal di Indonesia, dan sering disajikan disaat hari raya lebaran, salah satu bahan utama yang digunakan dalam pembuatan kue kering kastengel adalah tepung terigu yang terbuat dari gandum. Gandum sendiri sering mengalami peningkatan impor kedalam negeri. Hal ini disebabkan oleh peningkatan signifikan untuk bahan baku pembuatan mie dan roti, nilai impor gandum di Januari 2016 tercatat senilai US\$ 443,4 juta atau melonjak tajam 86,35 persen (Ariyanti, 2016).

Kaasstengels (bahasa Belanda *kaas* artinya keju dan *Stengel* artinya batang) adalah kue kering yang dibuat dari adonan tepung terigu, telur, margarin, dan parutan keju. Kue ini berbentuk persegi panjang, dengan panjang 5 cm dan lebarnya 1 cm, dan di oven dengan suhu 180 °C selama \pm 15 menit (Hoesni, 2007: 6).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September sampai Oktober 2016, bertempat di Laboratorium Enjinering Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung mocaf yang dibeli dari industri mocaf milik bapak Subagio di desa Kranjangan dan tepung terigu serta beberapa bahan tambahan lain, seperti gula, margarin, kuning telur, keju, vanili dan susu diperoleh dari toko kue HMS di jl. Turnojoyo Jember.

3.2.2 Alat Penelitian

Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah blender (Sharp pencampur EMH-15L), loyang alumunium, spatula, cawan alumunium, cetakan kastengel, timbangan digital (Ohaus PA2102C) dan (Ohaus PA213), eksikator, kamera digital, oven (Daeyang ETS OV-05N) dan oven (Memmert UNB 400), *Color Reader* CR-10, *Texture Analyzer* (CT3 1500), *LabSwift-aw* (CH-8853L), aplikasi *TexturPro CT V1.6 build 26*, *Microsoft excel 2007*, serta *IBM SPSS Statistics* versi 21.

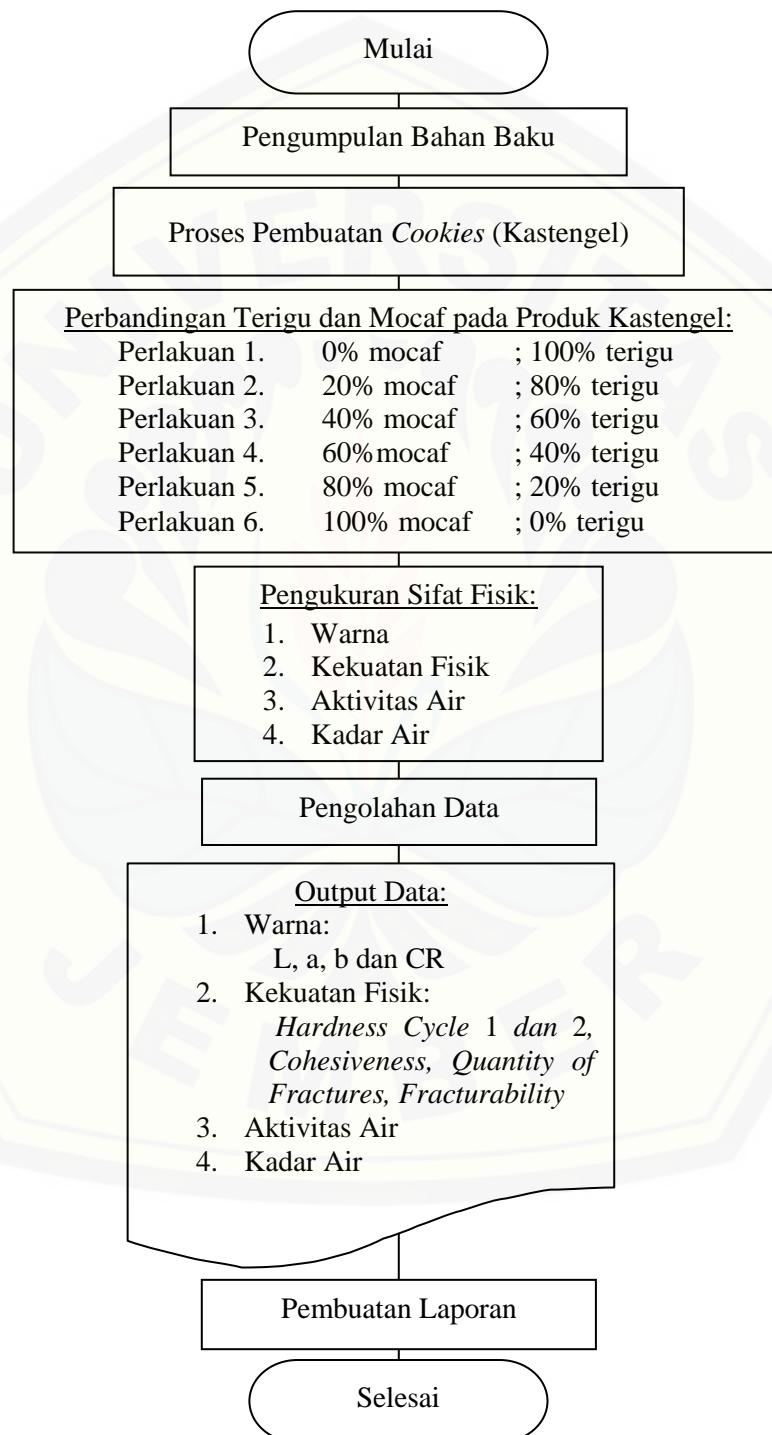
3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian Pendahuluan bertujuan untuk menentukan lama proses pengovenan, dengan nilai yang diperoleh yaitu 40 menit. Cara meletakkan posisi bahan di dalam oven, yaitu dengan mengoven bahan pada tiap loyang sebanyak 10 batang kastengel. Hal ini dilakukan agar saat proses pengovenan panas yang disalurkan pada produk di dalam oven merata. Selain itu penelitian pendahuluan juga untuk menetapkan bukaan pada lubang udara oven agar bahan tidak gosong.

3.3.2 Penelitian Utama

Proses penelitian profil kekuatan fisik produk kastengel hasil pencampuran tepung mocaf & terigu ini mengacu pada diagram alir kegiatan yang dapat dilihat pada Gambar 3.1 diagram alir pelaksanaan penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian

3.3.3 Pengumpulan Bahan Baku

Bahan utama mocaf yang digunakan dalam penelitian diperoleh dari industri mocaf Mr. T milik Bapak Subagio, bertempat di desa Kranjingan Jember, tepung terigu serta beberapa bahan tambahan lain, seperti gula, margarin, kuning telur, keju, vanili dan susu diperoleh dari toko sekitar kampus Universitas Jember.

3.3.4 Proses Pembuatan Produk Kastengel

Proses pembuatan *cookies* kastengel dimulai dari pembuatan adonan dengan cara mencampur semua bahan baku yaitu mocaf mulai dari 0-200 g dan terigu mulai 200 g hingga 0 g, kuning telur 16 g, margarin 125 g, meizena 50 g, keju 100 g, vanili 1 g, susu bubuk 12 g. Sedangkan komposisi variasi perbandingan mocaf dibuat seperti Tabel 3.1 perbandingan komposisi mocaf dan terigu.

Tabel 3.1 Perbandingan Komposisi Mocaf dan Terigu

Bahan	Kode	Parameter Pengukuran	Komposisi
Komponen Mocaf : Terigu	M0	1. Kekuatan Fisik :	0 : 100 %
	M2	a. <i>Hardness Cycle</i> 1 dan 2	20 : 80 %
	M4	b. <i>Cohesiveness</i>	40 : 60 %
	M6	c. <i>Quantity of Fractures</i>	60 : 40 %
	M8	d. <i>Fracturability</i>	80 : 20 %
	M10	2. Warna (l, a, b & CR)	100 : 0 %
		3. Aktivitas Air	
		4. Kadar Air	

Setelah semua bahan baku tercampur menjadi adonan, selanjutnya dicetak dengan ukuran yang seragam, yaitu tebal 1 cm, lebar 1 cm dan panjang 4 cm. Langkah selanjutnya adonan dioven selama 40 menit dengan suhu 153°C.

3.3.5 Pengukuran Sampel

a. Mengukur Warna

Warna diukur menggunakan alat *color reader* CR-10 dengan metode hunter, caranya dengan memasukkan produk kastengel ke dalam cawan petri, lalu dilakukan penembakan pada kertas putih untuk menentukan nilai target awal yaitu nilai L_t , a_t dan b_t . Selanjutnya penembakan dilakukan pada masing-

masing sampel untuk mengetahui perbedaan nilai warna ΔL , Δa dan Δb . Total perbedaan warna L , a , dan b diperoleh dengan Persamaan 3.1; 3.2 dan 3.3.

$$L = \Delta L + L_t \dots\dots\dots (3.1)$$

$$a = \Delta a + a_t \dots\dots\dots (3.2)$$

$$b = \Delta b + b_t \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

L = tingkat kecerahan

a = nilai kemerahan

b = nilai kekuningan

Nilai L , a dan b yang telah diperoleh digunakan untuk menghitung tingkat kekuatan warna (CR) menggunakan Persamaan 3.4.

$$CR = (a^2 + b^2)^{1/2} \dots\dots\dots (3.4)$$

b. Mengukur Kekuatan Fisik Kastengel

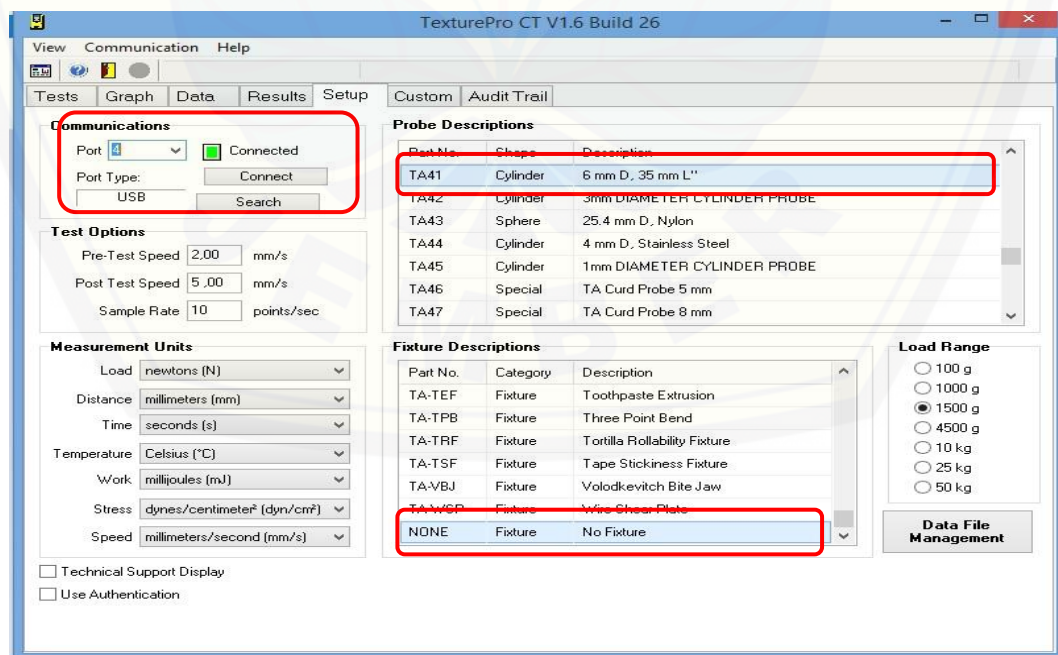
Pengukuran kekuatan fisik bahan pangan bisa dilakukan dengan menggunakan alat *texture analyzer* CT3 yaitu alat yang terkait dengan penilaian dari karakteristik mekanis suatu materi bahan pangan serta berhubungan dengan daya tahan atau kekuatan suatu bahan terhadap tekanan.

Kekuatan fisik yang diukur diantaranya adalah *hardness cycle 1* dan *hardness cycle 2*, *cohesiveness*, *quantity of fracture*, *fracturability*. *Hardness cycle 1* adalah gaya maksimum yang diperlukan untuk memampatkan makanan yang masih utuh diantara gigi geraham, pada grafik hasil pengukuran alat *texture* ditandai dengan nilai puncak grafik tertinggi pertama. *Hardness cycle 2* adalah gaya maksimum yang diperlukan untuk memampatkan makanan setelah mendapatkan tekanan pertama diantara gigi geraham, atau ditandai dengan nilai puncak tertinggi kedua pada grafik hasil pengukuran *texture*. *Cohesiveness* adalah kekuatan ikatan dalam bahan sehingga membentuk makanan sedemikian rupa seperti yang diinginkan, cara menentukan nilai *cohesiveness* adalah dengan membagi luasan kurva pada *hardness cycle 1* dibagi luasan kurva pada *hardness cycle 2*. *Quantity of fracture* adalah nilai dari kerenyahan dan kegaringan dari makanan, yang

ditandai oleh jumlah perubahan nilai grafik pada kompresi pertama sebelum mencapai *hardness cycle* 1. *Fracturability* adalah nilai kerapuhan atau kegetasan dari makanan yang di tandai oleh nilai beban pada patahan pertama sebelum nilai *hardness cycle* 1.

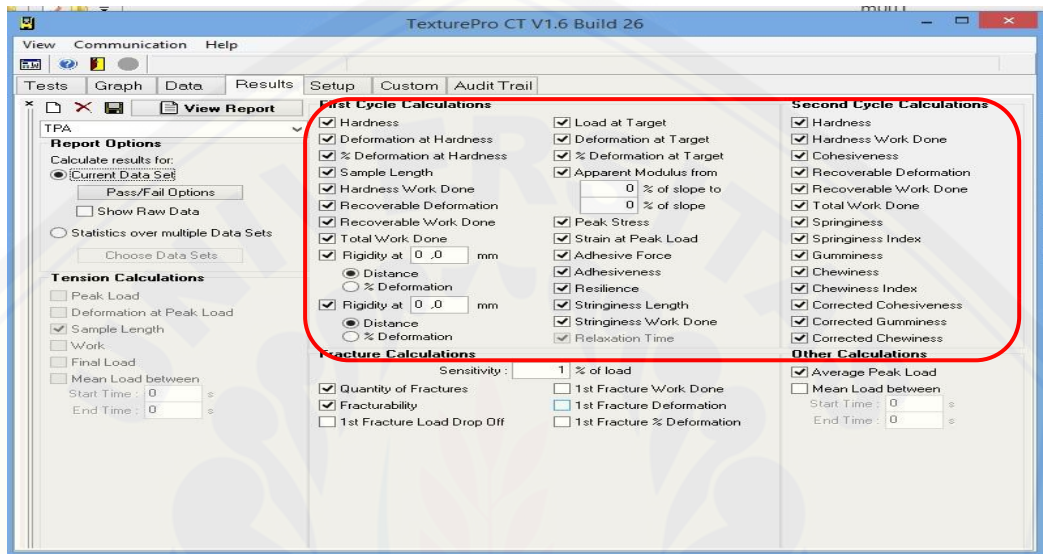
Untuk mengukur kekuatan fisik produk kastengel dilakukan beberapa tahapan, mulai dari menyiapkan alat *texture analyzer CT3* di tempat yang datar, setting alat, mengoprasikan alat dan menyimpan data hasil pengukuran dengan langkah-langkah berikut:

1. Memasang meja objek.
2. Memasang *probe* pada alat *texture analyzer CT3*.
3. Menyambungkan USB pada alat dan perangkat komputer.
4. Menyalakan alat dengan menekan tombol *ON*.
5. Memastikan perangkat komputer terhubung dengan alat, hal ini di tandai dengan warna hijau pada *icon* aplikasi komputer.
6. Melakukan setting aplikasi (*Setup*) pada perangkat komputer seperti gambar 3.2 *setup* aplikasi *TexturePro*; 3.3 hasil data pengukuran yang akan ditampilkan; 3.4 identifikasi jenis sampel dan pengukuran.



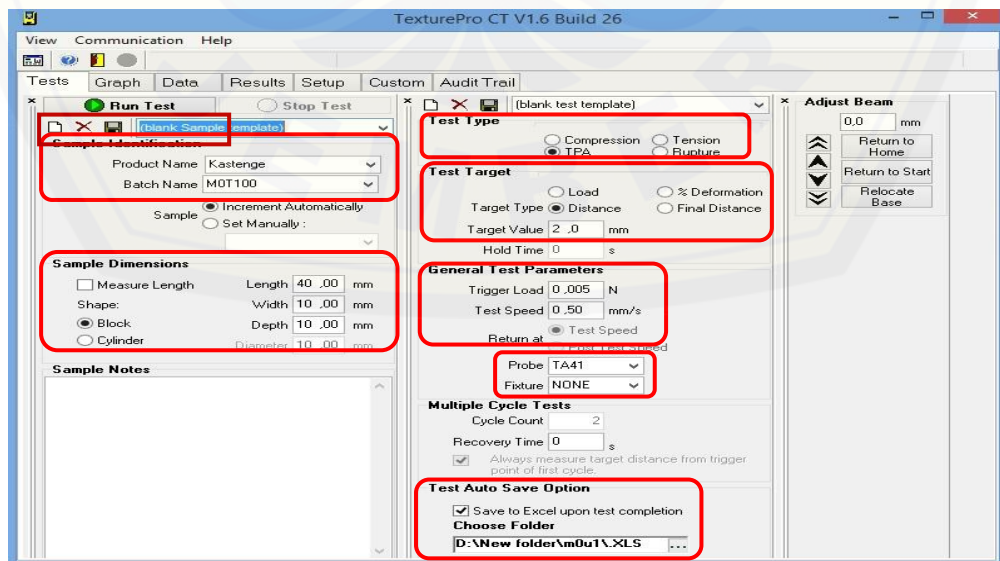
Gambar 3.2. *Setup* Aplikasi *TexturPro CT V1.6 build 26*.

Setup aplikasi bertujuan untuk memastikan perangkat komputer tersambung dengan alat pada menu *communication*, memilih jenis *probe* yang digunakan pada menu *probe description* yaitu TA41 dengan keterangan diameter probe 6 mm dan panjang 35 mm. Pada menu *fixture description* untuk memilih jenis meja objek yang digunakan yaitu *none*.



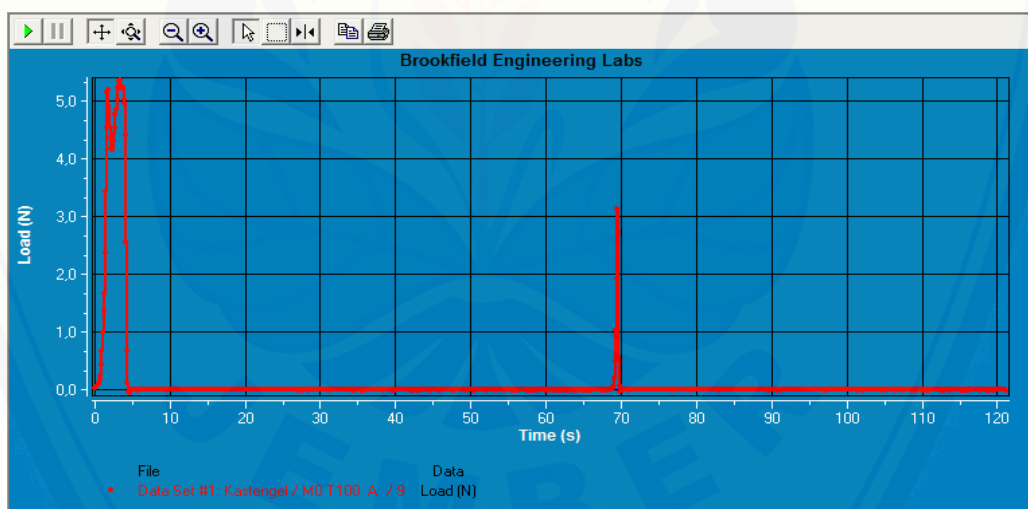
Gambar 3.3. *Result Data* atau Hasil Data Pengukuran yang akan ditampilkan.

Result Data merupakan komponen hasil data pengukuran yang akan di tampilkan pada hasil pengukuran, data yang akan ditampilkan yaitu semua data mengenai kekuatan fisik dari hasil pengukuran produk kastengel.



Gambar 3.4. *Test* merupakan Identifikasi Jenis Sampel dan Pengukuran.

Menu *sample identification* merupakan penamaan sampel yang diukur sesuai dengan kode sampel, *sample dimention* adalah dimensi sampel yang akan diukur yaitu panjang 40, lebar 10 mm dan tinggi 10 mm. *Test type* adalah tipe pengukuran yang di inginkan yaitu TPA (*Texture Profile Analyze*), *test target* adalah jenis target pengukuran yaitu *distance* atau berdasarkan jarak, *target value* adalah kedalaman probe masuk pada sampel yaitu 2 mm. *General test parameter* untuk menentukan beban dan kecepatan pengukuran, jenis *probe* dan *fixture* yang digunakan. Beban yang diberikan pada *probe* saat menyentuh sampel atau *trigger load* adalah 0,005 N, sedangkan kecepatan pengukuran atau *speed test* adalah 0,50 mm/s. *Test auto save option* untuk menyimpan file hasil pengukuran pada folder yang diinginkan. Setelah melakukan beberapa langkah *setting* aplikasi, langkah selanjutnya meletakkan sampel pada meja objek dan menekan tombol *run test* untuk memulai pengukuran. Gambar 3.5 adalah grafik data hasil pengukuran sampel.



Gambar 3.5. *Graph* atau Grafik Data Hasil Pengukuran Sampel.

Saat mulai menjalankan tes, aplikasi secara langsung akan memunculkan *grap* atau grafik interpolasi data pengukuran sampel yang dihasilkan serta aplikasi akan merekam nilai yang diperoleh dari hasil pengukuran alat dan menyimpan file dalam bentuk PDF dan *Excel*, namun sebelumnya perlu di atur X axis dan Y axis. Pada X axis diatur sebagai *time/waktu*, sedangkan Y axis sebagai *load/beban*.

c. Mengukur Kadar Air

Pengukuran kadar air produk kastengel menggunakan metode oven dengan langkah berikut:

- 1) Menimbang cawan kosong (a)
- 2) Cawan dioven selama 10 menit
- 3) Cawan dimasukkan dalam eksikator selama 5 menit
- 4) Menimbang dan menambahkan potongan kastengel sebanyak 5 g kedalam cawan (b)
- 5) Lama pengovenan 24 jam dengan suhu 105 °C
- 6) Hasil oven kastengel dalam cawan (c)

Untuk menghitung nilai kadar air menggunakan Persamaan 3.5.

$$M_{wb} = \frac{(b-a) - (c-a)}{(b-a)} \times 100\% \dots\dots\dots (3.5)$$

d. Pengukuran Aktivitas Air (a_w)

Aktivitas air (a_w) diukur menggunakan alat *Lab Swift-aw* dengan langkah pertama menghancurkan sampel kastengel dan memasukkan pada cup hingga cup terisi 1/5. Untuk memulai proses pengukuran maka tekan tombol start pada alat, lalu tunggu sekitar 30 menit sampai alat berbunyi yang menandakan bahwa pengukuran telah selesai. Selanjutnya hasil pengukuran yang tertera pada layar alat dicatat dan begitu seterusnya.

3.4 Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari proses penelitian dianalisis menggunakan *software IBM SPSS Statistics* versi 21 dan *Microsoft excel 2007* yang akan disajikan dalam bentuk tabel serta grafik sebagai berikut:

1. Korelasi antara pengaruh komposisi tepung mocaf dan terigu dengan sifat fisik, kadar air, aktivitas air (a_w) serta warna produk kastengel pada setiap perlakuan.
2. Menguji variasi sampel pada setiap perlakuan serta Mengevaluasi hasil korelasi masing-masing variabel percobaan dengan variabel pengukuran produk kastengel.

BAB 5. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan pada penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengukuran sifat fisik (HC1 dan HC2, C, QF, F), kadar air, aktivitas air dan warna (L, a, b, CR), produk kastengel hasil pencampuran mocaf dan terigu adalah sebagai berikut:
 - a. Hasil pengukuran nilai *hardness cycle* 1 berkisar antara 6,85-7,41 N sedangkan nilai *hardness cycle* 2 berkisar antara 2,73-5,08 N. Nilai *cohesiveness* berkisar antara 0,03-0,11 dan nilai *quantity of fractures* berkisar antara 0,00-1,32 N. Serta nilai *fracturability* berkisar antara 6,43-7,41 N.
 - b. Hasil pengukuran kadar air berkisar antara 2,39-3,766 % sedangkan aktivitas air berkisar antara 0,094-0,153.
 - c. Hasil pengukuran warna (L) berkisar antara 48,3-61,1 nilai (a) berkisar antara 4,7-5,8 dan nilai (b) berkisar antara 18,2-23,35 sedangkan nilai (CR) berkisar antara 19,1-23,4.
2. Tepung mocaf lebih berpengaruh terhadap variabel pengukuran *hardness cycle* 1 (HC1), *hardness cycle* 2 (HC2), *cohesiveness* (C), *fracturability* (F), tingkat kecerahan (L), tingkat kekuningan (b), dan kekuatan warna (CR) dengan nilai hubungan positif, yang artinya berbanding lurus. Sedangkan nilai pengaruh tepung mocaf pada variabel pengukuran *quantity of fractures* (QF), kadar air (KA), aktivitas air (a_w), dan tingkat kemerahan (a) berbanding terbalik, dengan artian bernilai negatif.

5.2 Saran

Untuk melengkapi kajian terhadap pengaruh mocaf pada berbagai jenis produk pangan, perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang aplikasi mocaf terhadap produk yang lain dengan formula dan komposisi yang disesuaikan agar penggunaan mocaf lebih luas bagi industri khususnya di daerah pedesaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditya. 2016. *Aptindo Klaim Impor Gandum Naik Karena Pakan Ternak, Bukan Mie*. [serial online] [http://agro.kemenperin.go.id/3337-Aptindo-Klaim-Impor-Gandum Naik-Karena-Pakan-Ternak.-Bukan-Mie](http://agro.kemenperin.go.id/3337-Aptindo-Klaim-Impor-Gandum-Naik-Karena-Pakan-Ternak.-Bukan-Mie). [25 Maret 2016].
- Aini, N. 2013. *Teknologi Fermentasi Pada Tepung Jagung*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Apriyani, R.N. 2009. *Mempelajari Pengaruh Ukuran artikel dan Kadar Air Tepung Jagung Serta Kecepatan Ulir Ekstruder Terhadap Karakteristik Snack Esktrusi*. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Ariyanti, F. 2016. *Impor Gandum Melonjak pada 2016*. [serial online] <http://bisnis.liputan6.com/read/243651/impor-gandum-melonjak-pada-2016>. [7 Agustus 2016].
- Bourne, M. C. 2002. *Food Textur and Viscosity Concept and Measurement*. New York : Academic Press. [serial online] [http://cst.ur.ac.rw/library/Food%20Science%20books/batch1/Food%20Texture%20and%20Viscosity,%20Elsevier%20\(2002\),%200121190625.pdf](http://cst.ur.ac.rw/library/Food%20Science%20books/batch1/Food%20Texture%20and%20Viscosity,%20Elsevier%20(2002),%200121190625.pdf). [23 April 2016].
- Brookfield Engineering Laboratories, Inc. Tanpa Tahun. *Brookfield CT3 Texture Analyzer*. {Serial Online} <http://www.Brookfieldengineering.com/home/download/files/CT3manual.pdf> [13 Mei 2015].
- deMan. J. M. 1999. *Principles of Food Chemistry Third Edition*. Maryland : Aspen Publishers, Inc. [serial online] http://drasalehi.iaug.ac.ir/assets/subdomains/drasalehi/file/PrinciplesofFoodChemistry_3rd_Edition_%5B1%5D.pdf_tsid_20070508-081642-18ebeaf.pdf. [6 April 2016].
- Dvorak, C. 2009. *Wheat: From Field to Flour*. Lincoln, NE: Nebraska Wheat Board. [serial online] <http://www.nebraskawheat.com/wp-content/uploads/2014/01/WheatFromFieldToFlour.pdf>. [27 Mei 2016].
- Kim, S. K. 2015. *Seafood Science: Advances in Chemistry, Technology, and Applications*. New York : CRC Press. [serial online] <http://editorbar.com/upload/ReBooks/2015-1/68205048e30f838da4a20d75402acfdc.pdf>. [6 April 2016].
- Hartoyo, A. dan Sunandar, F. H. 2006. *Pemanfaatan Tepung Komposit Ubi Jalar Putih (Ipomoea Batatas L) Kecambah Kedelai (Glycine Max Merr.) dan Kecambah Kacang Hijau (Virginia Radiata) sebagai Substituent Parsial Terigu dalam Produk Pangan Alternative Biscuit Kaya Energy Protein*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, Vol. XVII No. 1 Th. 2006. [serial

- online] <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/413/3912> [31 Maret 2016].
- Hoesni, A. 2007. *Seri Quick Cooking FAVORIT Cookies Step By Step*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama. [serial online] <https://books.google.co.id/books?id=wSfYGSnxVgcC&pg=PA34&lpg=PA34&dq=false>. [25 Maret 2016].
- Indrianti, R. Kumalasari, R. Ekafitri, D. A. Darmajana. 2013. *Pengaruh Penggunaan Pati Ganyong, Tapioka, Dan Mocaf Sebagai Bahan Substitusi Terhadap Sifat Fisik Mie Jagung Instan*. Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. J. Agritech. Vol. 33. No. 4 November 2013.
- Ratnasari, Y. dan Pangesthi L. T. 2014. *Pengaruh Substitusi Mocaf (Modified Cassava Flour) Dan Jumlah Air Terhadap Hasil Jadi Choux Paste*. e-jurnal boga, Vol 03, No 1, edisi yudisium periode Februari tahun 2014, hal 141-148.
- Saputra, H. P., Basito, dan Nurhartadi, E. 2014. *Pengaruh Penggunaan Tepung Koro Benguk (Mucuna pruriens) dan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) sebagai Substitusi Tepung Terigu terhadap Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensori Cookies*. Jurnal Teknosains Pangan. Vol. 3 No. 1 Januari 2014. [serial online] <http://eprints.uns.ac.id/15696/1/342751301201410527.pdf>. [19 Agustus 2016].
- Septiani, V. E. I. Jus'at, H. Wijaya. Tanpa Tahun. *Pembuatan Snack Bar Bebas Gluten dari Bahan Baku Tepung Mocaf dan Tepung Beras Pecah Kulit*. Departement of Nutrition Faculty of Health Sciences. Esa Unggul University
- Subagio, Siti, Witono, dan Fahmi. 2008. *Prosedur Operasi Standar (POS) Produksi Mocal Berbasis Klaster*. Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center. Bogor : Institut Pertanian Bogor. [serial online] <http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/60916/Buku%20POS%20lengkap.pdf?sequence=1>. [1 April 2016].
- Surawan F E D. 2007. *Penggunaan Tepung Terigu, Tepung Beras, Tepung Tapioka dan Tepung Maizena terhadap Tekstur dan Sifat Sensoris Fish Nugget Ikan Tuna*. Staf pengajar Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Bengkulu. ISSN 1978 – 3000.
- Sunarsi, Sugeng, Wahyuni, dan Ratnaningsih. 2011. *Memfaatkan Singkong Menjadi Tepung Mocaf untuk Pemberdayaan Masyarakat Sumberejo*. Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2011.

- Sukoharjo : Universitas Veteran Bangun Nusantara. [serial online] http://www.lppmbantara.com/pros_01306310.pdf. [28 April 2016].
- Supardi, U. S. 2012. *Aplikasi Statistika dalam Penelitian*. Jakarta : Ufuk Press.
- Syabrini, M. H. 2016. *Klasifikasi Tepung Terigu*. [serial online] <http://azbakery.com/2016/02/15/klasifikasi-tepung-terigu/>. [19 Juni 2016]
- Taib, G., Said, G., dan Wiraatmadja, S. 1988. *Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian*. Jakarta : Mediyatama Sarana Perkasa.
- Tegar, T. 2010. *Optimasi Formulasi Breakfast Meal Flakes (Pangan Sarapan) Berbasis Tepung Komposit Talas, Kacang Hijau, Dan Pisang*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Untung, O. 2009. *Mocaf, Petama di Dunia*. [serial online] <http://www.trubus-online.co.id/mocaf-petama-di-dunia/>. [19 Februari 2016].
- Wardani. 2011. *Berbagai Macam Starter Pada Fermentasi Tepung Mocaf*. [serial online]. http://www.bbppketindan.info/index.php?option=com_content&view=article&id=120:analisis-be. [6 Agustus 2017].
- Widowati, S. 2009. *Tepung Aneka Umbi Sebuah Solusi Ketahanan Pangan*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Tabloid Sinar Tani. [serial online] <http://new.litbang.pertanian.go.id/artikel/240/pdf/Tepung%20Aneka%20Umbi%20Sebuah%20Solusi%20Ketahanan%20Pangan.pdf>. [6 Mei 2009].

Lampiran 1. Data Pengukuran Warna Tiap Ulangan dan Perlakuan

a. Data Nilai Tingkat Kecerahan (L)

Perlakuan	Ulangan	L	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	48.2				
	2	49.6	48.3	1.212		
	3	47.2				
M 2	1	50.3				
	2	52.6	50.8	1.552		
	3	49.6				
M 4	1	55.0				
	2	55.8	54.9	0.915		
	3	54.0				
M 6	1	58.3			55.4	0.283
	2	58.8	58.0	1.017		
	3	56.8				
M 8	1	59.7				
	2	60.2	59.6	0.735		
	3	58.8				
M 10	1	61.2				
	2	62.0	61.1	0.971		
	3	60.0				

b. Data Nilai Tingkat Kemerahan (a)

Perlakuan	Ulangan	a	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	6.03				
	2	5.71	5.82	0.181		
	3	5.73				
M 2	1	5.83				
	2	5.51	5.64	0.165		
	3	5.59				
M 4	1	5.48				
	2	5.38	5.41	0.053		
	3	5.39				
M 6	1	5.03			5.28	0.056
	2	5.16	5.13	0.087		
	3	5.20				
M 8	1	4.80				
	2	4.93	4.94	0.140		
	3	5.08				
M 10	1	4.65				
	2	4.56	4.71	0.194		
	3	4.93				

c. Data Nilai Tingkat Kekuningan (b)

Perlakuan	Ulangan	b	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	18.2	18.19	0.945		
	2	19.1				
	3	17.2				
M 2	1	18.9	19.27	0.832		
	2	20.2				
	3	18.7				
M 4	1	21.3	20.81	1.318	20.99	0.384
	2	21.8				
	3	19.3				
M 6	1	21.9	21.76	0.689		
	2	22.4				
	3	21.0				
M 8	1	22.5	22.54	0.305		
	2	22.9				
	3	22.2				
M 10	1	23.3	23.35	0.340		
	2	23.7				
	3	23.0				

d. Data Nilai Kekuatan Warna (CR)

Perlakuan	Ulangan	CR	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	19.18	19.10	0.900		
	2	19.96				
	3	18.16				
M 2	1	19.79	20.09	0.773		
	2	20.96				
	3	19.50				
M 4	1	21.96	21.50	1.279	21.66	0.378
	2	22.49				
	3	20.06				
M 6	1	22.44	22.35	0.664		
	2	22.97				
	3	21.65				
M 8	1	23.03	23.08	0.284		
	2	23.38				
	3	22.82				
M 10	1	23.77	23.83	0.299		
	2	24.15				
	3	23.56				

Lampiran 2. Data Pengukuran Sifat Fisik Tiap Ulangan dan Perlakuan

a. Data Nilai *Hardness Cycle 1* (HC 1)

Perlakuan	Ulangan	HC 1 (N)	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	6.17	6.85	1.351	7.23	0.464
	2	5.96				
	3	8.40				
M 2	1	6.23	7.01	1.031		
	2	8.18				
	3	6.62				
M 4	1	7.54	7.71	0.240		
	2	7.59				
	3	7.98				
M 6	1	6.49	6.98	0.484		
	2	6.98				
	3	7.46				
M 8	1	7.60	7.41	0.213		
	2	7.46				
	3	7.18				
M 10	1	7.58	7.41	0.405		
	2	7.71				
	3	6.95				

b. Data Nilai *Hardness Cycle 2* (HC 2)

Perlakuan	Ulangan	HC 2 (N)	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	0.03	0.03	0.004	0.07	0.004
	2	0.03				
	3	0.03				
M 2	1	0.03	0.04	0.009		
	2	0.05				
	3	0.05				
M 4	1	0.06	0.06	0.004		
	2	0.06				
	3	0.06				
M 6	1	0.07	0.08	0.011		
	2	0.08				
	3	0.09				
M 8	1	0.09	0.09	0.011		
	2	0.09				
	3	0.11				
M 10	1	0.11	0.11	0.010		
	2	0.11				
	3	0.13				

c. Data Nilai *Cohesivness* (C)

Perlakuan	Ulangan	C	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	0.03	0.03	0.004		
	2	0.03				
	3	0.03				
M 2	1	0.03	0.04	0.009		
	2	0.05				
	3	0.05				
M 4	1	0.06	0.06	0.004	0.07	0.004
	2	0.06				
	3	0.06				
M 6	1	0.07	0.08	0.011		
	2	0.08				
	3	0.09				
M 8	1	0.09	0.09	0.011		
	2	0.09				
	3	0.11				
M 10	1	0.11	0.11	0.010		
	2	0.11				
	3	0.13				

d. Data Nilai *Quantiti of Fractures* (QF)

Perlakuan	Ulangan	QF	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	1.90	1.32	0.535		
	2	1.20				
	3	0.85				
M 2	1	0.70	0.35	0.304		
	2	0.15				
	3	0.20				
M 4	1	0.15	0.10	0.087	0.30	0.213
	2	0.15				
	3	0.00				
M 6	1	0.00	0.02	0.029		
	2	0.05				
	3	0.00				
M 8	1	0.05	0.03	0.029		
	2	0.05				
	3	0.00				
M 10	1	0.00	0.00	0.000		
	2	0.00				
	3	0.00				

e. Data Nilai *Fracturability* (F)

Perlakuan	Ulangan	F (N)	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	5.54	6.43	1.458		
	2	5.64				
	3	8.11				
M 2	1	5.96	6.79	1.073		
	2	8.00				
	3	6.42				
M 4	1	7.21	7.53	0.299	7.09	0.497
	2	7.59				
	3	7.80				
M 6	1	6.49	6.98	0.484		
	2	6.98				
	3	7.46				
M 8	1	7.60	7.41	0.213		
	2	7.46				
	3	7.18				
M 10	1	7.58	7.41	0.405		
	2	7.71				
	3	6.95				

Lampiran 3. Data Pengukuran Kadar Air dan Aktivitas Air (a_w)

a. Data Pengukuran Kadar Air (KA)

Perlakuan	Ulangan	Ka (%)	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	2.167				
	2	2.652	2.391	0.245		
	3	2.355				
M 2	1	2.350				
	2	2.186	2.173	0.184		
	3	1.983				
M 4	1	2.486				
	2	2.424	2.369	0.153		
	3	2.196			2.106	0.124
M 6	1	2.163				
	2	1.998	1.983	0.188		
	3	1.787				
M 8	1	2.327				
	2	2.033	1.957	0.413		
	3	1.512				
M 10	1	2.084				
	2	1.947	1.766	0.438		
	3	1.266				

b. Data Pengukuran Aktivitas Air (a_w)

Perlakuan	Ulangan	a_w	Rata Rata	Standart Deviasi	Rata Rata	Standart Deviasi
M 0	1	0.114				
	2	0.227	0.153	0.064		
	3	0.118				
M 2	1	0.171				
	2	0.191	0.155	0.046		
	3	0.104				
M 4	1	0.170				
	2	0.180	0.163	0.021		
	3	0.139			0.134	0.016
M 6	1	0.147				
	2	0.147	0.132	0.025		
	3	0.103				
M 8	1	0.096				
	2	0.150	0.108	0.038		
	3	0.077				
M 10	1	0.086				
	2	0.127	0.094	0.030		
	3	0.069				

Lampiran 4. Data Penelitian

Perlakuan	Ulangan	L	a	b	CR	HC 1 (N)	HC 2 (N)	C	QF	F (N)	KA (%)	a_w
M 0	1	48.2	6.03	18.2	19.18	6.17	2.64	0.03	1.90	5.54	2.167	0.114
	2	49.6	5.71	19.1	19.96	5.96	2.40	0.03	1.20	5.64	2.652	0.227
	3	47.2	5.73	17.2	18.16	8.40	3.15	0.03	0.85	8.11	2.355	0.118
M 2	1	50.3	5.83	18.9	19.79	6.23	3.23	0.03	0.70	5.96	2.350	0.171
	2	52.6	5.51	20.2	20.96	8.18	4.20	0.05	0.15	8.00	2.186	0.191
	3	49.6	5.59	18.7	19.50	6.62	4.03	0.05	0.20	6.42	1.983	0.104
M 4	1	55.0	5.48	21.3	21.96	7.54	4.69	0.06	0.15	7.21	2.486	0.170
	2	55.8	5.38	21.8	22.49	7.59	4.52	0.06	0.15	7.59	2.424	0.180
	3	54.0	5.39	19.3	20.06	7.98	4.45	0.06	0.00	7.80	2.196	0.139
M 6	1	58.3	5.03	21.9	22.44	6.49	4.17	0.07	0.00	6.49	2.163	0.147
	2	58.8	5.16	22.4	22.97	6.98	4.65	0.08	0.05	6.98	1.998	0.147
	3	56.8	5.20	21.0	21.65	7.46	5.03	0.09	0.00	7.46	1.787	0.103
M 8	1	59.7	4.80	22.5	23.03	7.60	5.03	0.09	0.05	7.60	2.327	0.096
	2	60.2	4.93	22.9	23.38	7.46	4.73	0.09	0.05	7.46	2.033	0.150
	3	58.8	5.08	22.2	22.82	7.18	5.05	0.11	0.00	7.18	1.512	0.077
M 10	1	61.2	4.65	23.3	23.77	7.58	5.09	0.11	0.00	7.58	2.084	0.086
	2	62.0	4.56	23.7	24.15	7.71	5.23	0.11	0.00	7.71	1.947	0.127
	3	60.0	4.93	23.0	23.56	6.95	4.91	0.13	0.00	6.95	1.266	0.069

Lampiran 5. Hasil Uji *Analysis Of Variance* (Anova)

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
L	Between Groups	7610.452	5	1522.090	539.770	.000
	Within Groups	998.241	354	2.820		
	Total	8608.693	359			
a	Between Groups	54.340	5	10.868	331.793	.000
	Within Groups	11.595	354	.033		
	Total	65.935	359			
b	Between Groups	1165.793	5	233.159	164.995	.000
	Within Groups	500.245	354	1.413		
	Total	1666.038	359			
Chroma	Between Groups	974.554	5	194.911	149.226	.000
	Within Groups	462.375	354	1.306		
	Total	1436.929	359			
Hardness1	Between Groups	33.114	5	6.623	4.106	.001
	Within Groups	570.979	354	1.613		
	Total	604.093	359			
Hardness2	Between Groups	232.367	5	46.473	47.583	.000
	Within Groups	345.745	354	.977		
	Total	578.112	359			
Cohesiveness	Between Groups	.294	5	.059	204.495	.000
	Within Groups	.102	354	.000		
	Total	.396	359			
QF	Between Groups	79.047	5	15.809	57.726	.000
	Within Groups	96.950	354	.274		
	Total	175.997	359			
Fracturability	Between Groups	56.384	5	11.277	6.159	.000
	Within Groups	648.131	354	1.831		
	Total	704.515	359			
AW	Between Groups	.242	5	.048	34.355	.000
	Within Groups	.498	354	.001		
	Total	.739	359			
KA	Between Groups	5.547	5	1.109	10.437	.000
	Within Groups	10.842	102	.106		
	Total	16.390	107			

Lampiran 6. Hasil Uji Duncan (DMRT)

LDuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
M0T100	60	48.347					
M20T80	60		50.815				
M40T60	60			54.903			
M60T40	60				57.912		
M80T20	60					59.582	
M100T0	60						61.060
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

aDuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
M100T0	60	4.712					
M80T20	60		4.935				
M60T40	60			5.128			
M40T60	60				5.413		
M20T80	60					5.640	
M0T100	60						5.822
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

bDuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
M0T100	60	18.185					
M20T80	60		19.273				
M40T60	60			20.805			
M60T40	60				21.757		
M80T20	60					22.542	
M100T0	60						23.353
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

ChromaDuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
M0T100	60	19.1017					
M20T80	60		20.0800				
M40T60	60			21.4983			
M60T40	60				22.3517		
M80T20	60					23.0750	
M100T0	60						23.8267
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

Hardness1Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
M0T100	60	6.8462		
M60T40	60	6.9790	6.9790	
M20T80	60	7.0098	7.0098	
M80T20	60		7.4133	7.4133
M100T0	60		7.4137	7.4137
M40T60	60			7.7052
Sig.		.510	.088	.238

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

Hardness2Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
M0T100	60	2.7290				
M20T80	60		3.8185			
M40T60	60			4.5532		
M60T40	60			4.6172	4.6172	
M80T20	60				4.9342	4.9342
M100T0	60					5.0790
Sig.		1.000	1.000	.723	.080	.423

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

Cohesiveness

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
M0T100	60	.0302					
M20T80	60		.0438				
M40T60	60			.0592			
M60T40	60				.0765		
M80T20	60					.0940	
M100T0	60						.1135
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

QF

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
M100T0	60	.0000		
M60T40	60	.0167		
M80T20	60	.0333		
M40T60	60	.1000		
M20T80	60		.3500	
M0T100	60			1.3167
Sig.		.347	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

Fracturability

Duncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
M0T100	60	6.4303			
M20T80	60	6.7942	6.7942		
M60T40	60		6.9790	6.9790	
M80T20	60			7.4133	7.4133
M100T0	60			7.4137	7.4137
M40T60	60				7.5322
Sig.		.142	.455	.097	.654

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

AWDuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
M100T0	60	.0937			
M80T20	60		.1078		
M60T40	60			.1320	
M0T100	60				.1534
M20T80	60				.1562
M40T60	60				.1630
Sig.		1.000	1.000	1.000	.190

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 60.000.

KADuncan^a

Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
M100T0	18	1.7656		
M80T20	18	1.9573	1.9573	
M60T40	18	1.9828	1.9828	
M20T80	18		2.1731	2.1731
M40T60	18			2.3686
M0T100	18			2.3916
Sig.		.061	.062	.059

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 18.000.

Lampiran 7. Data Korelasi

Correlations

		MOCAF	TERIGU	L	a	b	Chroma	Hardness1	Hardness2	Cohesiveness	QF	Fracturability	AW	KA
MOCAF	Pearson Correlation	1	.322**	.927**	-.906**	.830**	.817**	.125*	.584**	.860**	-.532**	.217**	-.511**	-.521**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000	.000	.018	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
TERIGU	Pearson Correlation	.322**	1	.313**	-.311**	.260**	.255**	.078	.213**	.250**	-.185**	.108*	-.188**	-.521**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000	.000	.140	.000	.000	.000	.041	.000	.000
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
L	Pearson Correlation	.927**	.313**	1	-.877**	.852**	.841**	.121*	.566**	.781**	-.521**	.210**	-.339**	-.384**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000	.000	.021	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
a	Pearson Correlation	-.906**	-.311**	-.877**	1	-.781**	-.761**	-.172**	-.533**	-.767**	.525**	-.258**	.387**	.295**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000	.000	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.002
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
b	Pearson Correlation	.830**	.260**	.852**	-.781**	1	.999**	.129*	.520**	.697**	-.482**	.205**	-.265**	-.256**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000		.000	.014	.000	.000	.000	.000	.000	.008
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
Chroma	Pearson Correlation	.817**	.255**	.841**	-.761**	.999**	1	.126*	.512**	.686**	-.471**	.201**	-.259**	-.247**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000		.016	.000	.000	.000	.000	.000	.010
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
Hardness1	Pearson Correlation	.125*	.078	.121*	-.172**	.129*	.126*	1	.687**	.170**	-.291**	.903**	-.061	.151
	Sig. (2-tailed)	.018	.140	.021	.001	.014	.016		.000	.001	.000	.000	.246	.119
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
Hardness2	Pearson Correlation	.584**	.213**	.566**	-.533**	.520**	.512**	.687**	1	.642**	-.538**	.659**	-.291**	-.181
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.000	.000	.060
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
Cohesiveness	Pearson Correlation	.860**	.250**	.781**	-.767**	.697**	.686**	.170**	.642**	1	-.473**	.232**	-.500**	-.584**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.001	.000		.000	.000	.000	.000
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
QF	Pearson Correlation	-.532**	-.185**	-.521**	.525**	-.482**	-.471**	-.291**	-.538**	-.473**	1	-.397**	.195**	.241*
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000	.000	.012
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
Fracturability	Pearson Correlation	.217**	.108*	.210**	-.258**	.205**	.201**	.903**	.659**	.232**	-.397**	1	-.089	.070
	Sig. (2-tailed)	.000	.041	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.093	.473
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
AW	Pearson Correlation	-.511**	-.188**	-.339**	.387**	-.265**	-.259**	-.061	-.291**	-.500**	.195**	-.089	1	.591**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.246	.000	.000	.000	.093		.000
	N	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	360	108
KA	Pearson Correlation	-.521**	-.521**	-.384**	.295**	-.256**	-.247**	.151	-.181	-.584**	.241*	.070	.591**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.002	.008	.010	.119	.060	.000	.012	.473	.000	
	N	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Lampiran 8. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Penimbangan Bahan Baku



Pencampuran Bahan Baku



Pencetakan Produk Kastengel



Pengovenan



Penyimpanan



Pengukuran Warna

