

**KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA DAN FUNGSIONAL
TEPUNG KOMPOSIT DARI TEPUNG UBI JALAR UNGU
(*Ipomoea Batatas L*) TERMODIFIKASI HMT, INULIN DAN
KASEIN**

S K R I P S I

Oleh

RESMITA AMANDHA

NPM: 1404310003

PROGRAM STUDI: TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

**KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA DAN FUNGSIONAL
TEPUNG KOMPOSIT DARI TEPUNG UBI JALAR UNGU
(*Ipomoea Batatas L.*) TERMODIFIKASI HMT INULIN DAN
KASEIN**

SKRIPSI

Oleh:

**RESMITA AMANDHA
1404310003
TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN**

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) Pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Disetujui Oleh:
Komisi Pembimbing

Ketua Pembimbing

Dr. Ir. Herla Rusmarilin, M.P.

Anggota Pembimbing

Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si.

Disahkan Oleh :
Dekan



Dr. Asritanani Munar, M.P.

Tanggal Lulus 03-04-2018

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Resmita Amandha
NPM : 1404310003

Judul : KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA DAN FUNGSIONAL
TEPUNG KOMPOSIT DARI TEPUNG UBI JALAR UNGU
(*Ipomoea Batatas L*) TERMODIFIKASI HMT, INULIN DAN
KASEIN

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul Karakteristik Fisiko Kimia Dan Fungsional Tepung Komposit dari Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L*) Termodifikasi HMT, Inulin dan Kasein adalah hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programing yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Dermikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 03 Juli 2018

Yang menyatakan



Rasmita Amandha

ABSTRACT

*The purple sweet potato contains high starch, 55.27% so it can be said to be a composite flour of purple sweet potato starch. By using HMT (Heat Moisture Treatment) modification to convert starch from purple sweet potato starch to more resistant starch, and using the addition of chemicals such as inulin used for sugar substitutes, casein is used to increase protein content and CMC is used as a stabilizer and improves texture of composite flour. The aim of this research is to know the physico chemical and functional characteristics of composite flour from purple sweet potato starch (*Ipomoea Batatas L*) modified HMT, Inulin and Casein. The research method used is Factorial Random Design (RAL) with (2) replication. Factor 1 is the ratio of sweet potato flower modified HMT, Casein and Inulin with a password (K) consisting of 4 levels namely: K1 = 70:20:10, K2 = 60:20:20, K3 = 50:20:30, K4 = 40:20:40. Factor 2 is the percentage of CMC with a password (L) consisting of 4 levels namely: L1 = 0%, L2 = 1%, L3 = 2%, L4 = 3%. The best results were found in the K1L4 treatment at moisture content of 6.250%, K2L3 at ash content of 5.350% according to the chemical composition of purple sweet potato flour.*

Keywords: Purple Sweet Potato, Modified HMT, Inulin, Casein, CMC.

ABSTRAK

*Ubi jalar ungu mengandung pati yang tinggi, 55,27% sehingga dapat dioalah menjadi tepung komposit dari tepung ubi jalar ungu. Dengan menggunakan modifikasi HMT (Heat Moisture Treatment) untuk merubah pati dari tepung ubi jalar ungu menjadi pati yang lebih resisten, dan menggunakan penambahan bahan kimia seperti inulin yang digunakan untuk pengganti gula, kasein digunakan untuk menambah kandungan protein dan CMC digunakan sebagai penstabil dan memperbaiki tekstur dari tepung komposit. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik fisiko kimia dan fungsional tepung komposit dari tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea Batatas L*) termodifikasi HMT, Inulin dan Kasein. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan (2) ulangan. Faktor 1 adalah perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin dengan sandi (K) yang terdiri dari 4 taraf yaitu: $K_1= 70:20:10$, $K_2= 60:20:20$, $K_3= 50:20:30$, $K_4= 40:20:40$. Faktor 2 adalah persentase CMC dengan sandi (L) yang terdiri dari 4 taraf yaitu: $L_1= 0\%$, $L_2= 1\%$, $L_3= 2\%$, $L_4= 3\%$. Hasil terbaik terdapat pada perlakuan $K1L4$ pada kadar air dengan nilai 6,250%, $K2L3$ pada kadar abu dengan nilai 5,350 % sesuai dengan komposisi kimia tepung ubi jalar ungu.*

Kata Kunci: Ubi Jalar Ungu, Modifikasi HMT, Inulin, Kasein, CMC.

RINGKASAN

Resmita Amandha “KARAKTERISTIK FISIKO KIMIA DAN FUNGSIONAL TEPUNG KOMPOSIT DARI TEPUNG UBI JALAR UNGU (*Ipomoea Batatas L*) TERMODIFIKASI HMT, INULIN DAN KASEIN”
Dibimbing oleh Ibu Dr. Ir. Herla Rusmarilin, M.P selaku ketua komisi pembimbing dan Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si selaku anggota komisi pembimbing.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisiko kimia dan fungsional tepung komposit dari tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea Batatas L*) Termodifikasi HMT, Inulin dan Kasein.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan (2) ulangan. Faktor 1 adalah perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin dengan sandi (K) yang terdiri dari 4 taraf yaitu: $K_1= 70:20:10$, $K_2= 60:20:20$, $K_3= 50:20:30$, $K_4= 40:20:40$. Faktor 2 adalah persentase CMC dengan sandi (L) yang terdiri dari 4 taraf yaitu: $L_1= 0\%$, $L_2= 1\%$, $L_3= 2\%$, $L_4= 3\%$. Parameter yang diamati meliputi Kadar Air, Kadar Abu, Protein, Karbohidrat, *Baking Expansion* dan *Swelling Power*.

Hasil analisa secara statistik pada masing-masing parameter memberikan kesimpulan sebagai berikut:

Kadar Air

Perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap kadai air. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan $K_1= 5,950\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_4= 4,388\%$. Persentase CMC memberikan pengaruh yang

berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Kadar air tertinggi terdapat pada perlakuan $L_4 = 5,350\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_1 = 4,875\%$. Interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar air. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Kadar Abu

Perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar abu. Kadar abu tertinggi terdapat pada perlakuan $K_4 = 5,400\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 4,500\%$. Persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar abu. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap kadar abu. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Protein

Perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap protein. Protein tertinggi terdapat pada perlakuan $K_4 = 17,450\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 15,500\%$. Persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap protein. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan

pengaruh berbeda tidak nyata ($p>0.05$) terhadap protein. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Karbohidrat

Perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap karbohidrat. Karbohidrat tertinggi terdapat pada perlakuan $K_2= 49,550$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_4= 37,900$ %. Persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p>0,05$) terhadap karbohidrat. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan. Interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p>0.05$) terhadap karbohidrat. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Swelling Power

Perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap *swelling power*. *Swelling power* tertinggi terdapat pada perlakuan $K_4= 1,600$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_1= 1,300$ %. Persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap *swelling power*. *Swelling power* tertinggi terdapat pada perlakuan $L_4= 1,765$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_1= 1,098$ %. Interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p>0.05$) terhadap *swelling power*. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Baking Expansion

Perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *baking expansion*. *Baking expansion* tertinggi terdapat pada perlakuan $K_4 = 2,333$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_2 = 1,860$ %. Persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *baking expansion*. *Baking expansion* tertinggi terdapat pada perlakuan $L_4 = 2,601$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_1 = 1,389$ %. Interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap *baking expansion*. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Alahamdulillahirobbil'alamin puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala karunia dan hidayat serta kemurahan hati-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “ Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Tepung Komposit dari Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*) Termodifikasi HMT Inulin dan Kasein”.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak untuk itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada:

Teristimewa Ayahanda Wahyu Dhani Nst dan Ibunda Amanah yang telah banyak memberikan dukungan moril dan materil yang tak terhingga serta do'a restu sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin. Bapak Dr. Agussani, M. AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Ibu Ir. Asritanarmi. M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Ibu Dr. Ir. Desi Ardilla, M.Si selaku Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian sekaligus Anggota Pembimbing yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Ibu Dr. Ir. Herla Rusmarilin, M.P selaku Ketua Komisi Pembimbing yang telah membantu dan membimbing sekaligus Kepala Laboraturium Teknologi Hasil Pertanian yang telah membantu dan membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Dosen-dosen Teknologi Hasil Pertanian yang senantiasa memberikan

ilmu dan nasehatnya baik didalam perkuliahan maupun diluar perkuliahan. Kepada seluruh Staf Biro dan Pegawai Laboraturium Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Para sahabat angkatan 2014 yang telah membantu serta memberikan motivasi dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini. Sahabat tersayang Muhammad fadlan, Hafrina, Siti, Anisa, Dian, Adek Irma, Andro Ghozaly dan Arbik Zulkifli yang selalu membantu, memberi semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini. Sahabat seperjuangan Ade, Ariska, Nona, Keke yang selalu memberi banyak motivasi dan selalu menemani dalam penyelesaian skripsi ini. Teman-teman seangkatan Fakultas Pertanian jurusan Agroekoteknologi dan Agribisnis yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah banyak membantu serta memberikan motivasi dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini.

RIWAYAT HIDUP

Resmita Amandha dilahirkan di Teluk Panji Kecamatan Kampung Rakyat Kabupaten Labuhan Batu Selatan, Sumatera Utara Pada Tanggal 15 Oktober 1996, anak pertama dari dua bersaudara dari Ayahanda Wahyu Dhani Nasution dan Ibunda Amanah.

Pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut :

1. Pada tahun 2008 telah menyelesaikan pendidikan di Madrasah Ibtidaiyah Ihya Ulumuddin Teluk Panji Kecamatan Kampung Rakyat Kabupaten Labuhan Batu Selatan.
2. Pada Tahun 2011 telah menyelesaikan pendidikan di SMP Negeri 2 Kampung Rakyat Kabupaten Labuhan Batu Selatan.
3. Pada tahun 2014 telah menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 1 Rantau Utara Kabupaten Labuhan Batu.
4. Pada Tahun 2014 diterima masuk di Perguruan Tinggi pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Pada Tahun 2014 mengikuti Masa Orientasi Program Studi dan Pengenalan Kampus (OSPEK) dan Masa Ta'aruf (MASTA) Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Pada Tahun 2017 telah menyelesaikan Praktek Kerja Lapangan di PT Nusantara III Kebun Ambalutu Kecamatan Kisaran Kabupaten Asahan.
7. Pada Tahun 2018 melakukan Penelitian Skripsi dengan judul “**Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Tepung Komposit dari Tepung Ubi Jalar Ungu (Ipomoea Batatas L.) Termodifikasi HMT, Inulin dan Kasein**”.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
RIWAYAT HIDUP	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	3
Kegunaan Penelitian	4
Hipotesa Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Ubi Jalar Ungu (Ipomoea Batatas L)	5
Anatomi dan Morfologi Ubi Jalar Ungu	6
Komposisi Kimia Ubi Jalar Ungu	7
Antosianin pada Ubi Jalar Ungu	8
Tepung Ubi Jalar Ungu	9
Pati Termodifikasi	10
Metode Heat Moisture Treatment (HMT)	11
Inulin	12
Kasein	14
CMC	15
Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)	16
Tepung Komposit	18
BAHAN DAN METODE	19
Tempat dan Waktu Penelitian	19

Bahan Penelitian	19
Alat Penelitian.....	19
Metode Penelitian	19
Model Rancangan Percobaan.....	20
Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu	21
Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT.....	21
Pembuatan Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu	22
Parameter Pengamatan	23
Kadar Air	23
Kadar Abu	23
Protein	24
Karbohidrat.....	25
<i>Swelling Power</i>	25
<i>Baking Expansion</i>	26
PEMBAHASAN	30
Kadar Air	31
Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin dengan Kadar Air	31
Hubungan Persentase CMC dengan Kadar Air.....	33
Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin Terhadap Kadar air ...	34
Kadar Abu	35
Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin dengan Kadar Abu	35
Hubungan Persentase CMC dengan Kadar Abu	37
Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin Terhadap Kadar Abu	37
Protein	37
Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin dengan Protein	37
Hubungan Persentase CMC dengan Protein	39
Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin Terhadap Protein ..	39

Karbohidrat	39
Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin dengan Karbohidrat.....	39
Hubungan Persentase CMC dengan Karbohidrat.....	41
Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin Terhadap Karbohidrat.....	41
<i>Swelling Power</i>	42
Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin dengan <i>Swelling power</i>	42
Hubungan Persentase CMC dengan <i>Swelling Power</i>	44
Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin Terhadap <i>Swelling Power</i>	45
<i>Baking Expansion</i>	46
Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin dengan <i>Baking Expansion</i>	46
Hubungan Persentase CMC dengan <i>Baking Expansion</i>	48
Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Kasein dan Inulin Terhadap <i>Baking Expansion</i>	50
PENUTUP	51
Kesimpulan	51
Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Kandungan kimia dan karakter fisik ubi jalar ungu	7
2.	Komposisi Kimia Tepung Ubi Jalar.....	10
3.	Hubungan perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin terhadap parameter yang diamati	30
4.	Hubungan persentase CMC terhadap parameter yang diamati	30
5.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin terhadap kadar air.....	31
6.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase CMC terhadap kadar air	33
7.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin terhadap kadar abu	35
8.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin terhadap protein.....	37
9.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin terhadap karbohidrat.....	40
10.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin terhadap <i>swelling power</i>	42
11.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase CMC terhadap <i>Swelling power</i>	44
12.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, kasein dan inulin terhadap <i>baking expansion</i>	46
13.	Hasil uji beda rata-rata pengaruh persentase CMC terhadap <i>baking expansion</i>	48

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Proses Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu	27
2.	Modifikasi Secara HMT Tepung Ubi Jalar Ungu	28
3.	Pembuatan Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.....	29
4.	Hubungan perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin dengan kadar air	32
5.	Hubungan peesentase CMC dengan kadar air	34
6.	Hubungan perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin dengan kadar abu	36
7.	Hubungan perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin dengan protein.....	38
8.	Hubungan perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin dengan karbohidrat.....	40
9.	Hubungan perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin dengan <i>swelling power</i>	43
10.	Hubungan peesentase CMC dengan <i>swelling power</i>	45
11.	Hubungan perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin dengan <i>baking expansion</i>	47
12.	Hubungan persentase CMC dengan <i>baking expansion</i>	49

DAFTAR LAMPIRAN

No	Judul	Halaman
1.	Tabel Data Rataan Kadar Air (%)	58
2.	Tabel Data Rataan Kadar Abu (%)	59
3.	Tabel Data Rataan Protein (%)	60
4.	Tabel Data Rataan Karbohidrat (%).....	61
5.	Tabel Data Rataan <i>Swelling Power</i> (%).....	62
6.	Tabel Data Rataan <i>Baking Expansion</i> (%).....	63
7.	Gambar Pengolahan Tepung Komposit	64

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Produksi ubi jalar ungu di Indonesia masih sedikit karena permintaannya belum banyak seperti ubi jalar jenis lain. Produksi ubi jalar ungu di Indonesia sebesar 1.5-5 ton/ha, sedangkan ubi jalar secara umum produksinya lebih dari 12 ton/ha (Sulistyowati, 2010).

Menurut Widjanarko (2008) kandungan air ubi jalar ungu sekitar 67.77%. Hal ini mempersulit proses penyimpanannya. Menurut Setiawati *et al.* (1994), penyimpanan ubi jalar pada suhu kamar selama satu bulan dapat menyebabkan kerusakan sebesar 15%. Untuk mengatasinya, ubi jalar dapat diolah menjadi tepung. Pengolahan ubi jalar menjadi tepung merupakan salah satu upaya pengawetan ubi jalar. Selain itu juga merupakan upaya peningkatan daya guna ubi jalar supaya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan. Pengolahan ubi jalar menjadi tepung memberi beberapa keuntungan seperti meningkatkan daya simpan, praktis dalam pengangkutan dan penyimpanan, dan dapat diolah menjadi beraneka ragam produk makanan (Winarno, 1981).

Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L*) memiliki kelebihan yaitu kandungan antioksidan yang tinggi dan antikanker. Ubi jalar ungu bisa menjadi anti kanker karena didalamnya ada zat aktif yang dinamakan selenium dan iodin yang aktivitasnya dua puluh kali lebih tinggi dari jenis ubi yang lainnya (Damardjati dan Widowati, 1994).

Menurut Kumalaningsih (2006), ubi jalar ungu (*Ipomoea Batatas L*) mengandung pigmen antosianin yang lebih tinggi daripada ubi jalar jenis lain. Kandungan nutrisi ubi jalar ungu lebih tinggi bila dibandingkan ubi jalar varietas

lain, terutama kandungan lisin, Cu, Mg, K, ZN rata-rata 20%. Pemanfaatan ubi jalar ungu menjadi produk antara berupa pati kering mengingat kandungan utama dan terbesar dari umbi ini adalah pati yang diolah lebih lanjut sebagai bahan makanan sering kali menemui kendala berupa hilangnya atau rusaknya nilai gizi dan kandungan antosianidin yang merupakan pigmen pembentuk warna dalam ubi jalar ungu menurun/pudar. Modifikasi yang dilakukan dalam pembuatan tepung ubi jalar ungu pada penelitian ini adalah metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) yaitu salah satu metode terbaik untuk membuat pati dari ubi jalar menjadi pati yang resisten sehingga aman dikonsumsi khususnya bagi penderita diabetes melitus.

Purwani *et al.* (2006), perlakuan HMT membuat pati menjadi lebih stabil pada saat pemasakan, akibatnya kualitas tanak yang dihasilkan menjadi lebih baik. HMT merupakan salah satu modifikasi pati secara fisik dengan menggunakan kombinasi kelembaban dan temperatur tanpa mengubah penampakan granulanya. Temperatur yang dipakai pada proses ini adalah temperatur gelatinisasi dengan kandungan air terbatas antara 25% hingga 35%. Efek yang dihasilkan antara lain yaitu peningkatan suhu gelatinisasi, pola difraksi sinar X, serta peningkatan volume dan daya larut serta diikuti perubahan fungsionalnya. Ketertarikan terhadap produk pangan natural yang bebas aditif kimia membuat metode *Heat Moisture Treatment* (HMT) perlu dikaji dengan lebih baik. Keuntungan modifikasi pati menggunakan HMT yaitu pati menjadi lebih resisten.

(Syamsir *et al.*, 2012).

Terkait kondisi kesehatan masyarakat Indonesia saat ini, berdasarkan hasil riset tahun 2007, proporsi penyebab kematian akibat Diabetes Melitus pada usia

45-54 tahun di daerah perkotaan menduduki peringkat ke-2 sebesar 14,7% (Depkes 2012). Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit yang berhubungan erat dengan pola makan masyarakat modern. Salah satu strategi penurunan risiko dan pencegahan diabetes yaitu dengan mengurangi bahkan menghindari konsumsi makanan yang bersifat hiperglikemik (dapat menaikkan kadar glukosa darah secara cepat dan tinggi), dan menggantinya dengan produk pangan yang memiliki indeks glikemik (IG) rendah. Kandungan serat pangan yang tinggi pada ubi jalar menjadi salah satu faktor pemilihan komoditas ini sebagai bahan baku produk pangan fungsional. Selain kadar pati resisten, serat pangan juga berperan dalam menurunkan IG produk pangan. Serat pangan dapat ditingkatkan dengan cara melakukan modifikasi pati terhadap tepung ubi jalar.

Berdasarkan keterangan diatas maka penulis berkeinginan untuk membuat penelitian tentang “ Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Tepung Komposit dari Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L*) Termodifikasi HMT Inulin dan Kasein”

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Tepung Komposit dari Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L*) Termodifikasi HMT, Inulin dan Kasein.

Hipotesa Penelitian

1. Ada pengaruh perbandingan tepung ubi jalar ungu dengan metode HMT, inulin dan kasein terhadap karakteristik fisiko kimia dan fungsional tepung komposit.
2. Ada pengaruh Persentase CMC terhadap karakteristik fisiko kimia dan fungsional tepung komposit.
3. Ada interaksi antara perbandingan tepung ubi jalar ungu dengan metode HMT, inulin, kasein dan persentase CMC terhadap karakteristik fisiko kimia dan fungsional tepung komposit.

Kegunaan Penelitian

1. Memberikan nilai tambah terhadap bahan lokal yang secara optimal belum dimanfaatkan.
2. Untuk menambah referensi dalam penulisan tugas, skripsi atau laporan penelitian.
3. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi S1.

TINJAUAN PUSTAKA

Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L*)

Botani Ubi Jalar Ungu Secara umum, ubi jalar digolongkan oleh ahli taksonomi ke dalam famili *Convolvulaceae*, genus *Ipomoea*, dan spesies *Ipomoea Batatas*. Ubi jalar termasuk tanaman palawija (Sarwono, 2005) yang memiliki biji berkeping dua (dikotiledon). Tanaman ubi jalar berbentuk *herbaceous*, yaitu tidak berkayu, berwarna hijau atau ungu. Batangnya kadang tumbuh menjalar, merambat atau setengah tegak dengan panjang 1-5 meter dengan diameter 3-10 mm. Bentuk daunnya bermacam-macam, yaitu berbentuk bulat, menyerupai jantung, dan menjari. Warnanya ada yang hijau atau ungu, demikian pula batangnya (Suismono, 1995). Ukuran bunganya sedang, berwarna putih atau putih keunguan pucat dan warna ungu di bagian tengahnya (Prana dan Danimiharja, 1981).

Ubi jalar secara umum berasal dari Selandia Baru, Polinesia, dan Amerika Tengah. Ubi jalar termasuk tanaman tropis-subtropis dengan daerah persebaran 30° LU sampai 30° LS. Daerah ini meliputi lingkup Indonesia yang terletak pada 6° LU sampai 11° LS, sehingga ubi jalar cocok tumbuh di Indonesia. Selain itu, kondisi iklim di Indonesia sesuai untuk pertumbuhan ubi jalar, yaitu curah hujan tinggi (750-1,500 mm/tahun), sinar matahari 11-12 jam/hari, dan kelembaban udara (RH) 50-60% (Rukmana, 1997).

Ubi jalar secara umum memiliki banyak keunggulan antara lain umur relatif pendek, daya penyesuaian tertinggi terhadap kondisi lingkungan yang buruk, dan terbukti perannya dalam musim paceklik atau bencana alam sebagai alternatif makanan. Dengan daya adaptasi yang luas, tanaman ini dapat ditanam

sepanjang waktu, asalkan kebutuhan air pada awal pertumbuhannya cukup. Kebanyakan ubi jalar ditanam di sawah dan tegalan sebagai palawija. Penanaman di sawah dilakukan di musim kering setelah panen padi dan di tegalan pada penghabisan musim hujan (Suismono, 1995).

Anatomi dan Morfologi Ubi Jalar Ungu

Susunan anatomi dan morfologi ubi jalar berbeda tiap varietas (Suismono, 1995) menjelaskan bahwa ubi jalar memiliki sembilan macam bentuk yaitu bulat, bulat elips, elips, bulat di bawah, bulat di atas, bulat panjang ukuran kecil, bulat panjang ukuran besar, elips ukuran besar panjang, dan panjang kecil tak beraturan. Ubi jalar dapat dibagi menjadi empat kategori berdasarkan bentuk permukaan umbi yaitu ubi jalar dengan permukaan berkerut seperti kulit, urat darah, panjang tengah menyempit dan berlekuk atau membujur.

Berdasarkan warna kulit dan daging umbinya, ubi jalar dapat dibedakan menjadi sembilan jenis, yaitu : putih, krem, kuning, oranye, coklat, jingga, merah, merah muda, merah gelap, dan ungu. Warna daging sering digunakan sebagai tanda membedakan jenis ubi jalar karena mewakili sifat fisikokimia sebagai bahan olahan. Perbedaan warna ubi jalar disebabkan oleh perbedaan pigmen yang terkandung (Suismono, 1995). Pigmen yang menyusun warna ubi jalar ungu termasuk dalam jenis antosianin yang didominasi oleh sianidin dan peonidin dalam bentuk mono atau diasilasinya (Kano *et al.*, 2005).

Komposisi Kimia Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu mengandung vitamin (A, B1, B2, C, dan E), mineral (kalsium, kalium, magnesium, tembaga, dan seng), serat pangan, serta karbohidrat bukan serat (Suda *et al.*, 2003). Ubi jalar merupakan sumber karbohidrat dan sumber kalori yang cukup tinggi. Total kandungan antosianin ubi jalar setiap tanaman, yaitu berkisar antara 20 mg/100 g sampai 924 mg/100 g berat basah (Widjanarko, 2008). Pigmennya lebih stabil bila dibandingkan antosianin dari sumber lain, seperti kubis merah, elderberi, bluberi, dan jagung merah (Kano *et al.*, 2005). Kandungan nutrisi ubi jalar ungu juga lebih tinggi bila dibandingkan ubi jalar varietas lain, terutama kandungan lisin, Cu, Mg, K, Zn yang berjumlah rata-rata 20% (Widjanarko, 2008). Tabel 2 menunjukkan kandungan kimia dan karakter fisik ubi jalar ungu.

Tabel 1. Kandungan kimia dan karakter fisik ubi jalar ungu.

Sifat Kimia dan Fisik	Jumlah
Kadar air (%bb)	67.77
Kadar abu (%bk)	3.28
Kadar pati (%bk)	55.27
Gula reduksi (%bk)	1.79
Kadar lemak (%bk)	0.43
Kadar antosianin (mg/100g)	923.65
Aktivitas antioksidan (%)	61.24
Warna (L)	37.50
Warna (a)	14.20
Warna (b)	11.50

Sumber : (Widjanarko, 2008).

Antosianin yang terkandung dalam ubi jalar ungu juga memiliki fungsi fisiologis, seperti antioksidan, antikanker, antibakteri, perlindungan terhadap kerusakan hati, pencegah penyakit jantung dan stroke. Ubi jalar ungu bisa menjadi antikanker karena mengandung zat aktif berupa selenium dan iodin, serta jumlahnya dua puluh kali lebih tinggi dari jenis ubi jalar lainnya. Ubi jalar ungu

memiliki aktivitas antioksidan 2.5 kali dan antibakteri 3.2 kali lebih tinggi dari pada beberapa varietas bluberi. Ubi jalar ungu juga berperan dalam membantu kelancaran peredaran darah (Kano *et al.*, 2005).

Antosianin pada Ubi Jalar Ungu

Keberadaan antosianin pada suatu tanaman tidak selalu sama jenis dan komposisinya (Philpott *et al.*, 2004). Namun, pigmen ini umumnya terdapat pada bagian epidermis dan sel mesofil periferal suatu bahan pangan. Jenis antosianin pada ubi jalar ungu adalah bentuk mono atau diasilasi dari jenis peonidin dan sianidin (Terahara *et al.*, 2004).

Antosianin dari ubi jalar ungu lebih stabil daripada pigmen yang terkandung di dalam strawberi, kubis merah, dan perilla (Zhang *et al.*, 2009). Bahkan efek free radical scavengingnya lebih tinggi daripada pigmen yang terkandung dalam kubis merah, kulit anggur, elderberi, dan jagung ungu, serta asam askorbat (Kano *et al.*, 2005, Philpott *et al.*, 2004). Oleh karena itu, ubi jalar ungu merupakan sumber antosianin yang baik untuk diaplikasikan dan diolah lebih lanjut.

(Steed dan Truong, 2008) mengatakan bahwa total antosianin yang terdapat pada ubi jalar ungu yang ditanam di Carolina, Amerika Serikat mengandung 107.8 mg antosianin/100 g umbi basah. Berbeda halnya dengan kadar antosianin ubi jalar varietas Ayamurasaki yang diteliti oleh (Widjanarko, 2008) yang menunjukkan hingga 923.65 mg antosianin/100 g umbi basah.

Tepung Ubi Jalar Ungu

Kandungan air yang tinggi pada ubi jalar dapat dikurangi dengan mengubahnya menjadi bentuk tepung. Selain mudah dalam proses penyimpanan, bentuk tepung mempunyai umur simpan yang panjang. Tepung ubi jalar diperoleh dengan melakukan pembersihan, pengecilan ukuran, pengeringan, penggilingan, dan pengayakan. (Hal, 2000) menerangkan berbagai perlakuan tambahan yang dapat diterapkan dalam pembuatan tepung ubi jalar. Ubi jalar ditimbang, disortir, dicuci, dan dibersihkan kulitnya. Umbi yang telah dikupas tersebut diiris dengan ketebalan tertentu atau disawut, lalu direndam dalam larutan pemutih (bleaching), dan dipres untuk menghilangkan kelebihan air. Perlakuan selanjutnya adalah penataan umbi pada baki dan selanjutnya dikeringkan. Umbi yang telah kering digiling dan diayak. Kandungan air ubi jalar yang tinggi menghasilkan rendemen penepungan yang kecil. (Woolfe, 1992) yang diacu dalam (Hal, 2000) menyebutkan rendemen penepungan ubi jalar di Filipina yaitu 12%-37 %.

Tepung ubi jalar memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan pati ubi jalar, antara lain : a) dapat disimpan dalam waktu lama sehingga dapat memenuhi kebutuhan pengguna ubi jalar sepanjang tahun, b) dapat digunakan sebagai bahan baku industri secara langsung, c) tepung ubi memiliki potensi besar untuk dikembangkan menjadi berbagai macam 7 produk olahan (Jiang, 2001). Di banyak negara, tepung ubi jalar digunakan sebagai suplementasi tepung terigu dalam pembuatan produk bakery, pancake, puding, dan lainnya. Manfaat yang terkandung dalam tepung ubi jalar bergantung pada komposisi kimia umbi, terutama berhubungan dengan waktu panen. (Hal, 2000) menyatakan kandungan protein dan serat tertinggi terdapat pada ubi jalar yang dipanen pada bulan

keempat dan akan menurun pada bulan kelima, sedangkan kandungan gula akan meningkat pada bulan kelima. Secara keseluruhan, waktu pemanenan yang optimum adalah bulan keempat karena tepung yang akan dihasilkan memiliki kandungan nutrisi lebih baik dibandingkan dengan tepung singkong.

Tabel 2. Komposisi Kimia Tepung Ubi Jalar

Komposisi Kimia	Tepung Ubi jalar		
	Putih	Kuning	Ungu
Air (%bb)	6.87-7.70	6.77	7.00
Abu (%bk)	2.79-2.94	4.71	5.31
Lemak (%bk)	0.71-0.81	0.91	0.81
Protein (%bk)	2.3-3.0	4.42	2.79
Serat Pangan (%bk)	2.83-3.90	5.54	4.72
Karbohidrat (%bk)	6.1-94.1	83.19	83.81
Pati (%bk)	66.7-70.7	-	-
Total Gula (%bk)	10.3-15.2	-	-
Gula Pereduksi (%bk)	3.80-10.35	-	-

Sumber : (Hamed *et al.*, 1973).

(Susilawati dan Medikasari, 2008)

Pati Termodifikasi

Pati termodifikasi adalah pati yang diperlakukan secara fisik atau kimia untuk mengubah salah satu atau lebih sifat fisik atau kimianya yang penting. Menurut Glicksman (1969), pati diberi perlakuan tertentu yang bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi, atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran, serta struktur molekul pati.

Modifikasi pati dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain *cross linking*, konversi dengan hidrolisis asam, cara oksidasi, dan *derivatisasi* kimia. Sifat-sifat yang diinginkan dari modifikasi pati ini adalah pati yang memiliki

viskositas yang stabil pada suhu tinggi dan rendah, daya tahan terhadap tekanan mekanis yang baik, serta daya tahan terhadap kondisi asam dan suhu sterilisasi (Wirakartakusumah, 1981).

Modifikasi fisik meliputi perlakuan panas dan uap terkendali seperti pemanasan lalu didinginkan (*annealing*), dan perlakuan uap misalnya disintegrasi seluruh granula oleh pregelatinisasi, baik dengan ekstrusi, *drum drying*, atau *spray drying* (Bergthaller, 2000). Proses modifikasi pati dapat dilakukan dengan menggunakan panas yang akan menghasilkan gugus kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran, serta molekul pati. Penyangraian pati juga merupakan salah satu bentuk modifikasi pati dengan panas.

Metode Heat Moisture Treatment (HMT)

Modifikasi pati *Heat Moisture Treatment* (HMT) merupakan hydrothermal treatments dengan memanaskan pati pada kadar air terbatas di atas suhu gelatinisasi pada waktu tertentu sehingga pati tidak tergelatinisasi tetapi hanya mengalami perubahan konformasi molekul yang disertai perubahan karakteristiknya (Collado dan Corke, 1999 dikutip oleh Oktaviani, 2013). Secara umum dilaporkan bahwa HMT dapat menurunkan viskositas breakdown, viskositas puncak, dan pembengkakan granula pati, meningkatkan suhu gelatinisasi, serta meningkatkan ketahanan terhadap pemanasan dan perlakuan mekanis (Eliasson, 2004). Hal ini membuat pati termodifikasi HMT memiliki sifat fungsional dan amilografi yang lebih baik dibandingkan pati alaminya sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai macam produk pangan.

Modifikasi pati secara HMT dipengaruhi oleh suhu dan lama waktu pemanasan sehingga dapat terjadi perubahan struktur molekul serta karakteristik

pasting pati (Putri *et al.*, 2014) tanpa menghancurkan struktur granulanya (Eliasson, 2014). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu diketahui suhu dan lama waktu modifikasi HMT berpengaruh terhadap sifat fungsional dan amilografi pati ubi jalar yang dihasilkan.

Pada teknik ini, pati dengan kadar air terbatas (kurang dari 35 % air, w/w) dipanaskan pada kondisi diatas suhu transisi gelas tetapi masih dibawah suhu gelatinisasinya selama periode waktu tertentu. HMT menyebabkan perubahan konformasi molekul pati dan menghasilkan struktur kristalin yang lebih resisten terhadap proses gelatinisasi (Pukkahuta, 2008).

Inulin

Inulin dan oligofruktosa termasuk jenis karbohidrat yang sering disebut sebagai fruktan. Komponen terbanyak pada fruktan adalah inulin. Fruktan terdapat pada asparagus, bawang putih, bawang perai, bawang bombay, Jerusalem artichokedan chicory. Inulin dapat digunakan pada skala industri hanya berasal dari chicory (*Cichorium intybus*) dan Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus*) (Kaur, 2002).

Inulin kemudian dihidrolisis sebagian dengan enzim endoinulinase (EC 3.2.1.7) sehingga menghasilkan fruktan berantai pendek, yang disebut sebagai oligofruktosa. Oligofruktosa mempunyai 2-10 monomer, dengan rata-rata 5 monomer. Inulin juga dapat menghasilkan fruktan berantai panjang dengan teknik pemisahan secara fisis (de Leenheer, 1996).

Manfaat inulin dan oligofruktosa bagi tubuh adalah sebagai berikut: bifidogenic (mampu menjaga pertumbuhan Bifidobacterium di usus besar), merangsang sistem kekebalan tubuh, mengurangi jumlah bakteri patogen dalam

usus, mengurangi konstipasi, mengurangi resiko osteoporosis dengan cara meningkatkan absorpsi kalsium, mengurangi resiko atheroklerosis dengan cara mengurangi sintesis trigliserida dan asam lemak pada hati dan mengurangi konsentrasi trigliserida dan asam lemak pada serum darah, mengatur konsentrasi hormon insulin dan glucagon, sehingga dapat mengontrol metabolisme karbohidrat dan lemak dengan cara menurunkan kadar glukosa darah, mengurangi konsentrasi urea dan asam urat pada darah sehingga dapat menjaga keseimbangan nitrogen, mengurangi resiko kanker usus (Kaur, 2002).

Inulin dapat membentuk mikrokristal apabila didispersikan pada air atau susu. Keberadaan mikrokristal ini tidak dapat dirasakan oleh mulut, tetapi mikrokristal ini membentuk tekstur creamy yang halus dan terasa seperti lemak ketika dikunyah di mulut. Karena karakteristik ini, inulin dapat digunakan sebagai pengganti lemak pada spread, bakery, filling, dairy product (ice cream dan yogurt), frozen dessert dan dressing. Inulin tidak bersifat kariogenik, sehingga tidak menyebabkan karies pada gigi (Kaur, 2002).

Inulin semakin meningkat digunakan dalam makanan-makanan yang diproses karena inulin mempunyai karakteristik yang dapat beradaptasi secara tidak lazim. Rentang cita-rasa dari rasa manis campuran sampai rasa manis yang rumit (hampir 10% manisnya gula/sukrosa). Inulin dapat digunakan untuk menggantikan gula, lemak dan tepung. Ini menguntungkan karena inulin mengandung 25-35% energi makanan dari karbohidrat (kanji, gula). Sementara inulin adalah satu ramuan yang serba guna, ia juga bermanfaat bagi kesehatan (Kaur, 2002).

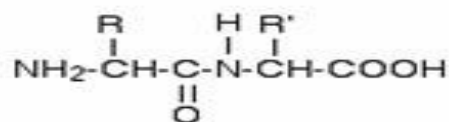
Inulin dapat meningkatkan penyerapan kalsium dan barangkali juga penyerapan magnesium, sambil mempromosikan pertumbuhan bakteri usus.

Mengenai nutrisi, inulin dianggap suatu bentuk serat larut dan terkadang dikategorikan sebagai prebiotik. Karena kemampuan tubuh yang terbatas untuk memproses fruktan, maka inulin mempunyai dampak meningkatkan gula darah yang minimal, dan tidak seperti fruktosa tidak insulemik dan tidak menaikkan trigliserida, membuat inulin dianggap cocok untuk penderita diabetes dan berpotensi sangat membantu dalam mengatur gula darah-terkait penyakit. Konsumsi dalam jumlah besar (terutama, orang yang sensitif atau tidak terbiasa) dapat menimbulkan gas dan kembung, dan produk-produk yang mengandung inulin terkadang perlu waspada untuk menambahnya secara bertahap terhadap makanan seseorang (Kaur, 2002).

Kasein

Kasein merupakan 80 persen dari protein total dalam air susu. Selain mengandung asam- asam amino, kasein mengandung pula fosfor, dan terdapat dalam air susu sebagai garam-garam Ca yang dikenal sebagai Ca-kaseinat. Kasein terdiri atas alpha, beta, gamma dan kappa kasein (Lainpert, H.L. 1965).

Struktur polimer kasein terdiri dari gugus karbonil, keton, amina serta gugus (R). Kasein merupakan protein yang pada dasarnya terdiri dari kumpulan beberapa asam amino. Secara umum struktur kasein sebagai berikut:

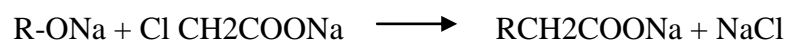


Proses pencernaan kasein lambat dicerna oleh tubuh. Setelah dikonsumsi, di dalam perut kasein akan berubah bentuk menjadi seperti gel yang kemudian akan dicerna secara perlahan. Proses pencernaan kasein membutuhkan waktu tiga

hingga empat jam. Batas maksimal penggunaan kasein didalam tubuh adalah 20-30%. Kasein mengandung asam amino glutamin dosis tinggi. Glutamin berfungsi membantu menjaga massa otot, membantu pemulihan otot setelah berolahraga maupun bekerja, serta meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Karena kasein merupakan jenis protein yang lambat dicerna, tubuh mampu menggunakannya secara efisien. Kasein memiliki kegunaan yang luas, dari sebagai komponen utama keju, sampai kegunaannya sebagai aditif makanan, untuk pengikat untuk korek api. Sebagai sumber makanan, persediaan kasein asam amino esensial serta beberapa karbohidrat dan unsur kalsium dan fosfor anorganik (Anonim, 2014).

CMC

CMC adalah ester polimer selulosa yang larut dalam air dibuat dengan mereaksikan Natrium Monoklorasetat dengan selulosa basa (Fardiaz, 1987). Menurut Winarno (1991), Natrium karboxymethyl selulosa merupakan turunan selulosa yang digunakan secara luas oleh industri makanan adalah garam Na karboxyl methyl selulosa murni kemudian ditambahkan Na kloroasetat untuk mendapatkan tekstur yang baik. Selain itu juga digunakan untuk mencegah terjadinya retrogradasi dan sineresis pada bahan makanan. Adapun reaksi pembuatan CMC adalah sebagai berikut:



Carboxy Methyl Cellulose (CMC) merupakan turunan selulosa yang mudah larut dalam air. Oleh karena itu CMC mudah dihidrolisis menjadi gula-gula sederhana oleh enzim selulasa dan selanjutnya difermentasi menjadi etanol oleh bakteri (Masfufatun, 2010).

Carboxy Methyl Cellulose (CMC) adalah turunan dari selulosa dan ini sering dipakai dalam industri makanan untuk mendapatkan tekstur yang baik. Fungsi CMC ada beberapa terpenting, yaitu sebagai pengental, stabilisator, pembentuk gel, sebagai pengemulsi, dan dalam beberapa hal dapat merekatkan penyebaran antibiotik (Winarno, 1981).

Penggunaan CMC di Indonesia sebagai bahan penstabil, pengental, pengembang, pengemulsi dan pembentuk gel dalam produk pangan khususnya sejenis sirup yang diijinkan oleh Menteri Kesehatan RI, diatur menurut PP. No. 235/ MENKES/ PER/ VI/ 1979 adalah 1-3%. Sebagai pengemulsi, CMC sangat baik digunakan untuk memperbaiki kenampakan tekstur dari produk berkadar gula tinggi. Sebagai pengental, CMC mampu mengikat air sehingga molekul-molekul air terperangkap dalam struktur gel yang dibentuk oleh CMC (Manifie, 1989).

Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)

Sulfit digunakan dalam bentuk gas SO_2 garam Na atau K-sulfit, bisulfit dan metabisulfit. Bentuk efektifnya sebagai pengawet adalah asam sulfit yang tak terdisosiasi dan terutama terbentuk pada pH di bawah 3. Selain sebagai pengawet, sulfit dapat berinteraksi dengan gugus karbonil. Hasil reaksi itu akan mengikat melanoidin sehingga mencegah timbulnya warna coklat. Sulfur dioksida juga dapat berfungsi sebagai antioksidan (Syarief dan Irawati, 1988).

Molekul sulfit lebih mudah menembus dinding sel mikroba bereaksi dengan asetaldehid membentuk senyawa yang tidak dapat difermentasi oleh enzim mikroba, mereduksi ikatan disulfide enzim, dan bereaksi dengan keton

membentuk hidroksi sulfonat yang dapat menghambat mekanisme pernapasan (Cahyadi, 2006).

Banyaknya SO₂ yang ditambahkan ke makanan bersifat membatasi sendiri karena pada konsentrasi sekitar 500 ppm, produk menimbulkan bau dan rasa menyimpang yang tidak menyenangkan. Penggunaan SO₂ tidak diizinkan dalam makanan yang mengandung thiamin dalam jumlah yang berarti, karena vitamin ini dirusak oleh SO₂. Konsentrasi maksimum SO₂ yang diizinkan di Amerika Serikat 350 ppm. SO₂ dipakai juga secara luas dalam buah kering, yang konsentrasinya dapat mencapai 2000 ppm. Pemakaian lain ialah dalam sayur kering dan produk kentang kering. Karena SO₂ bersifat atsiri dan mudah hilang ke atmosfer, konsentrasi residu akan jauh lebih rendah daripada jumlah yang dipakai semula (deMan, 1997).

Natrium metabisulfit berbentuk serbuk, berwarna putih, larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol, dan berbau khas seperti gas sulfur dioksida, mempunyai rasa asam dan asin. Pada konsentrasi 200 ppm bahan pengawet ini dapat menghambat pertumbuhan bakteri, kapang dan khamir (Chichester And Tanner, 1975).

Batas maksimum penggunaan SO₂ dalam makanan yang dikeringkan, di Amerika Serikat telah ditetapkan oleh Food Drug Administration, yaitu antara 2000-3000 ppm. Jumlah penyerapan dan penahanan (residu) SO₂ dalam bahan yang dikeringkan dipengaruhi oleh, antara lain: varietas, kemasakan dan ukuran bahan, konsentrasi SO₂ yang digunakan, waktu sulfuring, suhu, kecepatan aliran udara dan kelembaban udara selama pengeringan serta keadaan penyimpanan (Saneto, 1994).

Tepung Komposit

Tepung komposit merupakan tepung campuran dari berbagai jenis tepung untuk menghasilkan produk dengan sifat fungsional yang hampir mendekati sifat bahan dasar produk aslinya. Pemanfaatan tepung komposit dalam pembuatan roti sudah banyak dilakukan, misalnya dari tepung ubi kayu, terigu dan tepung labu kuning. Pengolahan ubi jalar ungu menjadi tepung komposit merupakan salah satu upaya pengawetan daya guna ubi jalar ungu supaya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan. Pengolahan ubi jalar menjadi tepung komposit memberi beberapa keuntungan seperti meningkatkan daya simpan, praktis dalam pengangkutan dan penyimpanan juga dapat diolah menjadi beraneka ragam produk makanan (Winarno, 1981).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada Bulan Desember 2017.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan: Ubi Jalar Ungu, bahan kimia yang digunakan: CMC, Inulin, Kasein, Natrium metabisulfit, Akuades.

Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan adalah: Timbangan Analitik, Pisau, Baskom, Blender, Oven, Ayakan 40-60 Mesh, Desikator, Cawan Petri, Beaker glass, Erlenmeyer, Refrigerator, Aluminium Foil.

Metode Penelitian

Metode penelitian dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu :

Faktor 1 Perbandingan Tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, Casein dan Inulin terdiri dari 4 taraf yaitu:

K1 = 70:20:10

K2 = 60:20:20

K3 = 50:20:30

K4 = 40:20:40

Faktor 2 Persentase CMC terdiri dari 4 taraf yaitu:

L1 = 0%

L2 = 1%

$$L3 = 2\%$$

$$L4 = 3\%$$

Banyaknya kombinasi perlakuan (T_c) adalah $4 \times 4 = 16$, maka jumlah ulangan (n) adalah sebagai berikut :

$$T_c (n-1) \geq 15$$

$$16 (n-1) \geq 15$$

$$16n - 16 \geq 15$$

$$16n \geq 31$$

$$n \geq 1,937 \dots \dots \dots \text{dibulatkan menjadi } n = 2$$

maka untuk ketelitian penelitian, dilakukan ulangan sebanyak 2 (dua) kali.

Model Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan model :

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

Dimana :

\tilde{Y}_{ijk} : Pengamatan dari factor K dari taraf ke-i dan faktor L pada taraf ke-j dengan ulangan ke-k.

μ : Efek nilai tengah

α_i : Efek dari factor K pada taraf ke-i.

β_j : Efek dari faktor L pada taraf ke-j.

$(\alpha\beta)_{ij}$: Efek interaksi factor K pada taraf ke-i dan faktor K pada taraf ke-j.

ϵ_{ijk} : Efek galat dari factor L pada taraf ke-i dan faktor L pada taraf ke-j dalam ulangan ke-k.

Pelaksanaan Penelitian

Cara Kerja

Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu

Pembuatan tepung ubi jalar ungu yang dilakukan pada penelitian ini meliputi beberapa tahap:

1. Ubi jalar ungu dibersihkan (dikupas) dari kulitnya kemudian dicuci hingga bersih.
2. Kemudian ubi jalar ungu dipotong – potong tipis.
3. Dilakukan perendaman menggunakan Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) 200 ppm (0,2 %) selama 20 menit.
4. Kemudian diblanching dengan suhu ($80\text{-}83^\circ\text{C}$) selama 5 menit.
5. Setelah di blanching dilakukan pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu $40\text{-}60^\circ\text{C}$ selama 3 jam.
6. Setelah dikeringkan dilakukan penggilingan dengan menggunakan blender.
7. Setelah itu dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan 40-60 mesh.

Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT

Pembuatan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT yang dilakukan pada penelitian ini meliputi beberapa tahap:

1. Tepung ubi jalar ungu dianalisis terlebih dahulu kadar airnya (6,5 %).
2. Menimbang 100 gr tepung ubi jalar ungu diatur kadar airnya sampai (30 %).
3. Menyemprotkan aquadest 325 ml kemudian aduk hingga merata.
4. Tepung diletakkan dalam loyang tertutup dan didiamkan dalam referigator selama 1 malam (24 jam) untuk penyeragaman kadar air.

5. Setelah satu malam, tepung dimasukkan kedalam oven pada suhu 100° C selama 3 jam.

Pembuatan Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu

Pembuatan tepung komposit ubi jalar ungu yang dilakukan pada penelitian ini meliputi 2 faktor:

1. Pembuatan tepung komposit dilakukan dengan mencampurkan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT inulin, kasein sesuai dengan perlakuan yaitu K1= 70:20:10, K2= 60:20:20, K3= 50:20:30, K4= 40:20:40.
2. Persentase CMC yaitu L1= 0%, L2= 1%, L3= 2%, L4= 3%.

Paramater Pengamatan

Kadar Air

Sampel ditimbang sebanyak 5 gram pada cawan porselen yang telah diketahui beratnya. Cawan tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 3 - 4 jam pada suhu 100 -105 °C atau sampai beratnya menjadi konstan. Sampel kemudian dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator dan segera ditimbang setelah mencapai suhu kamar. Masukkan kembali bahan tersebut ke dalam oven sampai tercapai berat yang konstan (selisih antara penimbangan berturut-turut 0.2 gram) (AOAC, 1995). Perhitungan kadar air adalah sebagai berikut :

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

Kadar Abu

Cawan porselen dikeringkan dalam tanur bersuhu 400–600° C, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Sebanyak 3–5 g sampel ditimbang dan dimasukkan dalam cawan porselen. Selanjutnya sampel dipijarkan di atas bunsen sampai tidak berasap lagi, kemudian dilakukan pengabuan di dalam tanur listrik pada suhu 400– 600° C selama 4–6 jam atau sampai terbentuk abu berwarna putih. Sampel kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang (AOAC 1995).

Untuk mencari kadar abu, dapat digunakan rumus berikut :

$$\text{Kadar Abu (\% bb)} = \frac{W1-W2}{W} \times 100 \%$$

$$\text{Kadar Abu (\% bk)} = \frac{\text{Kadar Abu (bb)}}{(100 - \text{kadar air bb})} \times 100 \%$$

Keterangan :

% bb = kadar abu per bahan basah (%)

% bk = kadar abu per bahan kering (%)

W = bobot bahan awal sebelum diabukan (g)

W1 = bobot contoh + cawan kosong setelah diabukan (g)

W2 = bobot cawan kosong (g)

Kadar Protein

Kadar protein ditetapkan dengan menggunakan metode Mikro-Kjeldahl. Mula-mula 0,2 g sampel ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian ditambahkan 50 mg HgO, 2 mg K₂SO₄, 2 ml H₂SO₄, batu didih dan didihkan selama 90 menit sampai cairan menjadi jernih. Setelah larutan didinginkan dan diencerkan dengan akuades, sampel didestilasi dengan penambahan 8-10 ml larutan NaOH-Na₂S₂O₃. Hasil destilasi ditampung dengan erlenmeyer yang telah berisi 5 ml H₃BO₃ 2-4 tetes indikator (campuran 2 bagian metil cerah 0.2 % dalam alkohol dan 1 bagian metil biru 0.2 % dalam alkohol. Destilat yang diperoleh kemudian dititrasikan dengan larutan HCl 0.02 N sampai terjadi perubahan warna dari hijau menjadi abu-abu. Hal yang sama juga dilakukan terhadap blanko. Hasil yang diperoleh adalah dalam total N, yang kemudian dinyatakan dalam faktor konversi 6.25 (AOAC, 1995). Perhitungan kadar protein adalah sebagai berikut:

$$\% \text{ Protein} = \frac{\text{ml HCl} \times \text{N HCl}}{\text{Berat Sampel (gram)} \times 1000} \times 14.008 \times 6.25 \times 100\%$$

Kadar Karbohidrat

Penentuan kadar karbohidrat dilakukan dengan cara perhitungan kasar atau yang disebut dengan *carbohydrate by difference*, yaitu penentuan kadar karbohidrat dengan menggunakan perhitungan bukan analisis (AOAC, 1995). Kadar karbohidrat basis basah dan basis kering dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar karbohidrat (\% bb)} = 100\% - (P + A + KA + L)$$

$$\text{Kadar karbohidrat (\% bk)} = 100\% - (P + A + L)$$

Keterangan :

% bb = kadar karbohidrat per bahan basah (%)

% bk = kadar karbohidrat per bahan kering (%)

P = kadar protein (%)

A = kadar abu (%)

KA = kadar air (%)

L = kadar lemak (%)

Swelling Power

Pengujian *Swelling power* sampel ditimbang sebanyak 1 g lalu ditambahkan 10 ml akuades dan dipanaskan pada suhu 90°C selama 30 menit sambil diaduk. Selanjutnya campuran disentrifugasi selama 30 menit dengan kecepatan 600 rpm untuk memisahkan antara padatan dengan cairannya. Selanjutnya dibuang airnya lalu ditimbang berat supernatan (AOAC, 1995).

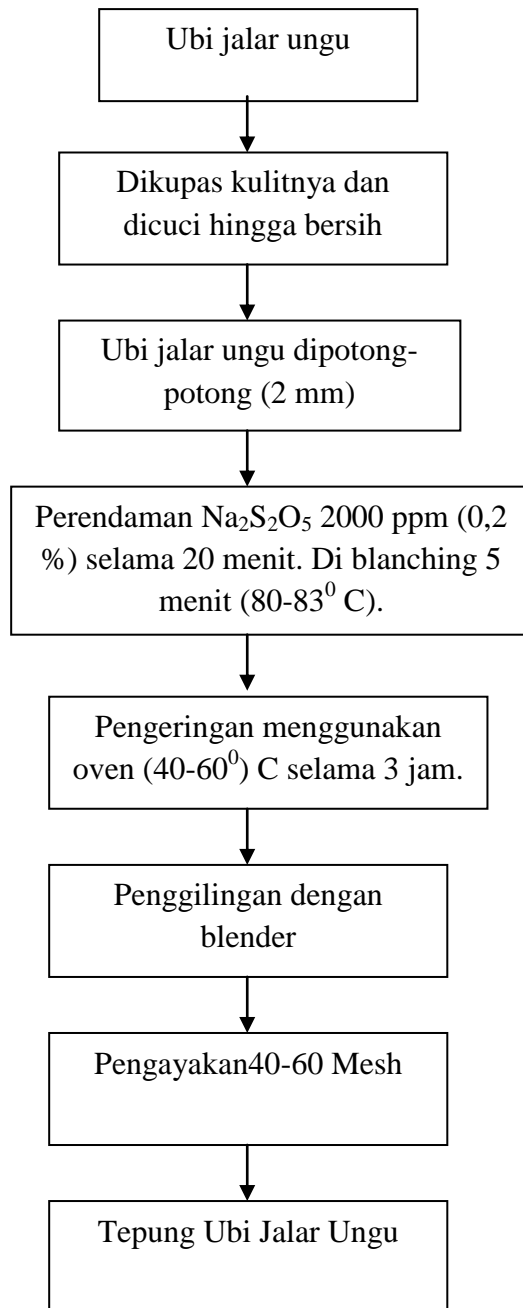
Swelling power dihitung dengan rumus :

$$\text{Swelling Power} = \frac{\text{Berat Pasta}}{\text{Berat Sample Kering}} \times 100$$

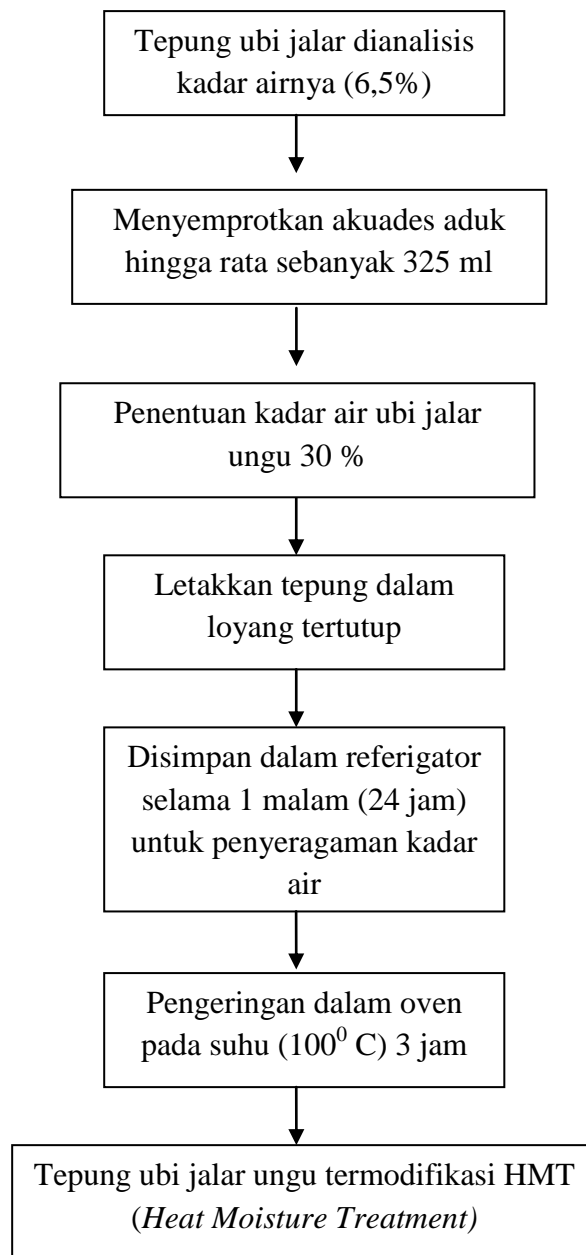
Baking Expansion

Pengujian *baking expansion* sebanyak 8 g pati ditambah 13,3 ml aquades, lalu digelatinisasikan. Adonan lalu dioven pada suhu 200°C selama 25 menit. Hasil pangangan kemudian didinginkan, ditimbang. Volume hasil pangangan ditentukan dengan mencelupkan sampel dalam gelas ukur 250 ml yang berisi air, hingga seluruh bagian terendam dan peningkatan volume tercatat (AOAC, 1995).

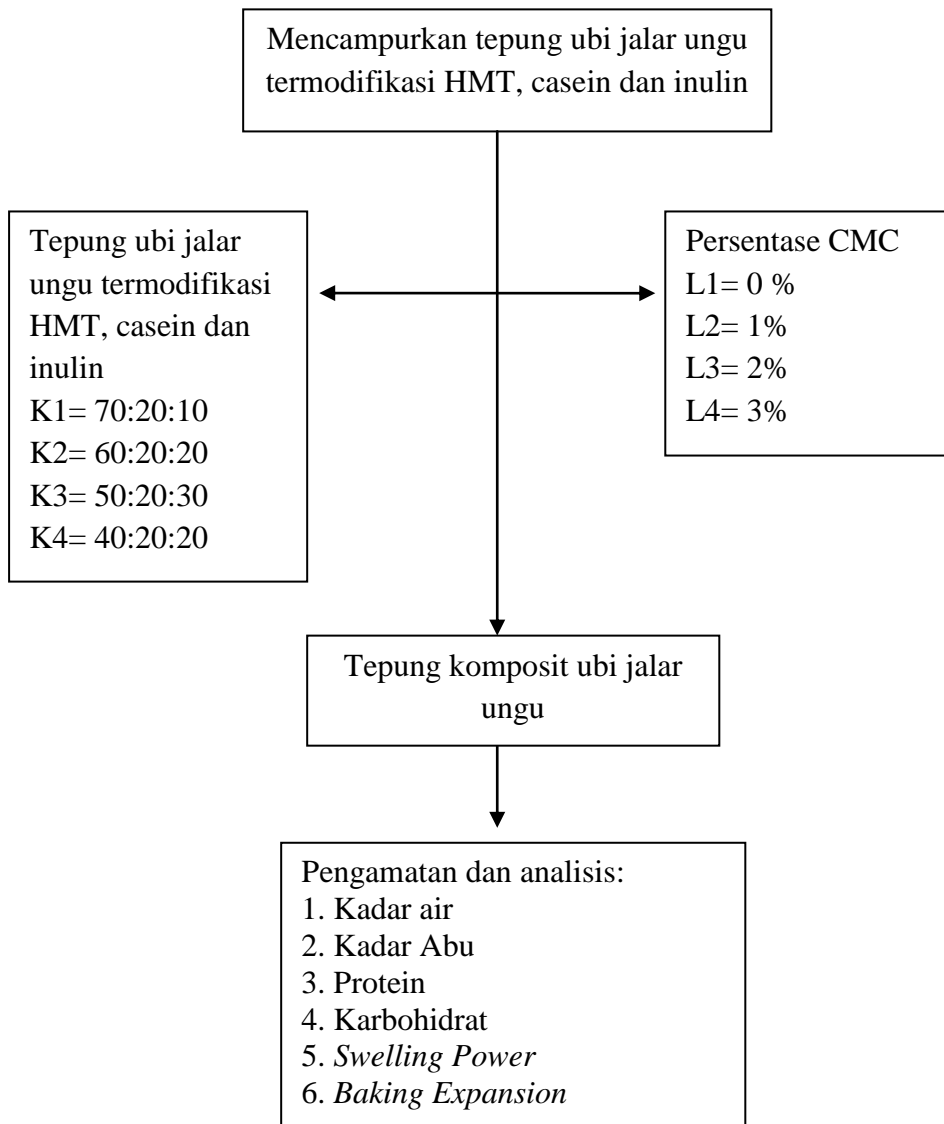
$$\text{Baking Expansion (ml/g)} = \frac{\text{Peningkatan Volume}}{\text{Massa hasil pangangan}} \times 100$$



Gambar 1. Diagram Proses Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu.



Gambar 2. Diagram Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT.



Gambar 3. Pembuatan Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian dan uji statistik, secara umum menunjukkan bahwa perbandingan tepung komposit ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata hasil pengamatan perbandingan tepung komposit ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin Terhadap Parameter yang Diamati.

Perbandingan Tepung, Casein dan Inulin (gr)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Protein (%)	Karbohidrat (%)	Swelling Power (%)	Baking Expansion (%)
K1 = 70:20:10	5,950	4,500	15,500	48,763	1,300	1,878
K2 = 60:20:20	5,350	4,813	15,975	49,550	1,375	1,860
K3 = 50:20:30	4,800	5,313	17,100	42,575	1,425	2,183
K4 = 40:20:40	4,388	5,400	17,450	37,900	1,600	2,333

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin rendah perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, semakin tinggi penambahan inulin dan penambahan casein dengan konsentrasi tetap maka kadar air dan karbohidrat semakin menurun sedangkan kadar abu, *baking expansion*, protein dan *swelling power* meningkat.

Tabel 4. Hubungan Persentase CMC Terhadap Parameter yang Diamati.

Perbandingan Tepung, Casein dan Inulin (gr)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Protein (%)	Karbohidrat (%)	Swelling Power (%)	Baking Expansion (%)
L1 = 0 %	4,875	5,050	17,300	44,913	1,098	1,389
L2 = 1 %	5,050	5,100	15,850	44,988	1,373	1,946
L3 = 2 %	5,213	5,050	16,550	45,300	1,465	2,316
L4 = 3 %	5,350	4,825	16,325	43,588	1,765	2,601

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa semakin tinggi penambahan persentase CMC maka kadar air, *baking expansion*, *swelling power* semakin meningkat sedangkan kadar abu, protein dan karbohidrat menurun.

Pengujian dan pembahasan masing-masing parameter yang diamati selanjutnya dibahas satu persatu :

Kadar Air

Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Kadar Air

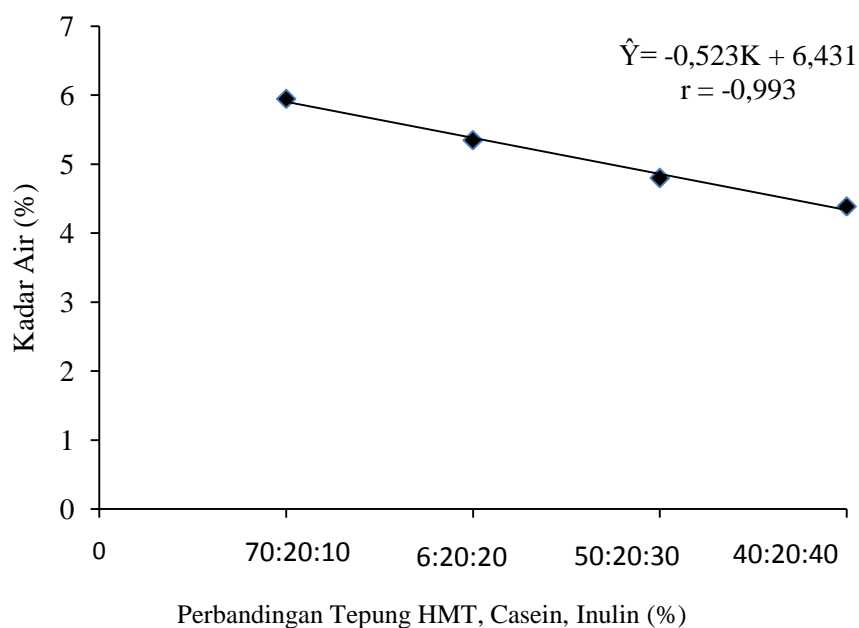
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Hasil Uji Beda Rata-Rata Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin Terhadap Kadar Air.

Jarak	LSR		Perbandingan Tepung, Casein dan Inulin (gr)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	K1=70:20:10	5,950	a	A
2	0,077	0,106	K2=60:20:20	5,350	b	B
3	0,081	0,112	K3=50:20:30	4,800	c	C
4	0,083	0,115	K4=40:20:40	4,388	d	D

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa K_1 berbeda sangat nyata dengan K_2 , K_3 , dan K_4 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_3 berbeda sangat nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 5,950\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 4,388\%$ untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Kadar Air.

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin rendah penambahan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, semakin tinggi penambahan inulin dan penambahan kasein dengan konsentrasi tetap maka kadar air menurun. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan sifat tepung yang terjadi saat proses pengolahan yang menyebabkan berkurangnya daerah yang mudah dimasuki air. Menurut (Erika, 2010) pada proses pengolahan terjadi denaturasi protein yang mengakibatkan pemutusan ikatan hidrogen rantai linier yang menyebabkan perubahan sifat serta berkurangnya daerah amorf yang mudah dimasuki oleh air. Hal ini sesuai dengan yang di kemukakan oleh Taib (1998) yang menyatakan bahwa kemampuan bahan untuk melepaskan air dari permukaan bahan akan semakin besar dengan meningkatnya suhu udara pengering yang digunakan. Penurunan kadar air juga disebabkan oleh selama HMT terjadi pemotongan rantai

lurus dari amilopektin dan pembentukan ikatan amilosa sehingga struktur lebih kompak Kusnandar (2010) sehingga berkurangnya daerah yang mudah dimasuki oleh air.

Hubungan Persentase CMC dengan Kadar Air

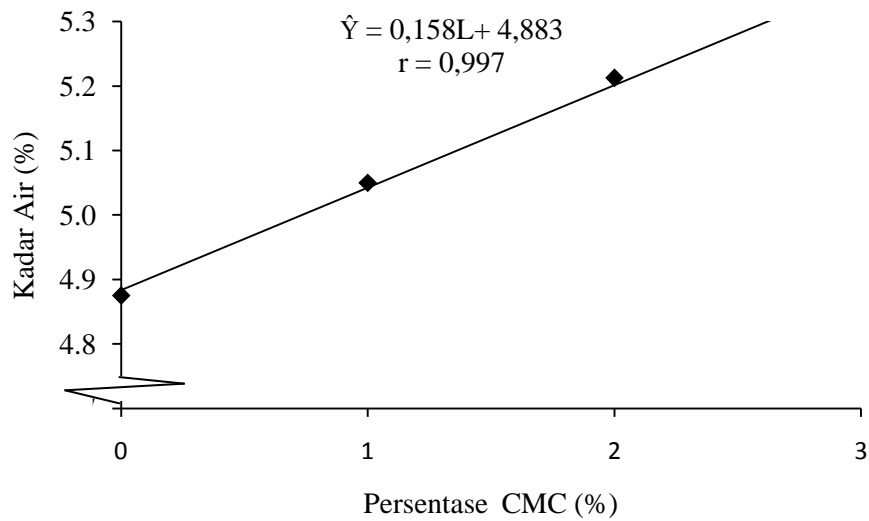
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 1) dapat dilihat bahwa pengaruh persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kadar air. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Uji Beda Rata-Rata Hubungan Persentase CMC Dengan Kadar Air

Jarak	LSR		Persentase CMC (%)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	L1 = 0	4,875	D	D
2	0,077	0,106	L2 = 1	5,050	C	C
3	0,081	0,112	L3 = 2	5,213	B	B
4	0,083	0,115	L4 = 3	5,350	A	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa L₁ berbeda sangat nyata dengan L₂, L₃ dan L₄. L₂ berbeda sangat nyata dengan L₃ dan L₄. L₃ berbeda sangat nyata dengan L₄. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan L₄ = 5,350 % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan L₁ = 4,875 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hubungan Persentase CMC dengan Kadar Air

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi persentase CMC maka kadar air semakin meningkat. Hal ini disebabkan Menurut Winarno (1981), Natrium karboxymethyl selulosa merupakan turunan selulosa yang digunakan secara luas oleh industri makanan untuk mendapatkan tekstur yang baik, sehingga diduga dapat menaikkan kadar air karena pengaruh dari semakin tinggi kadar CMC yang ditambahkan kedalam tepung komposit ini. Fungsi CMC ada beberapa terpenting, yaitu sebagai pengental, stabilisator, pembentuk gel, sebagai pengemulsi, dan dalam beberapa hal dapat merekatkan penyebaran antibiotik (Winarno, 1981).

Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Inulin, dan Casein dengan Persentase CMC Terhadap Kadar Air

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi

CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p>0.05$) terhadap kadar air, sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Kadar Abu

Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Kadar Abu

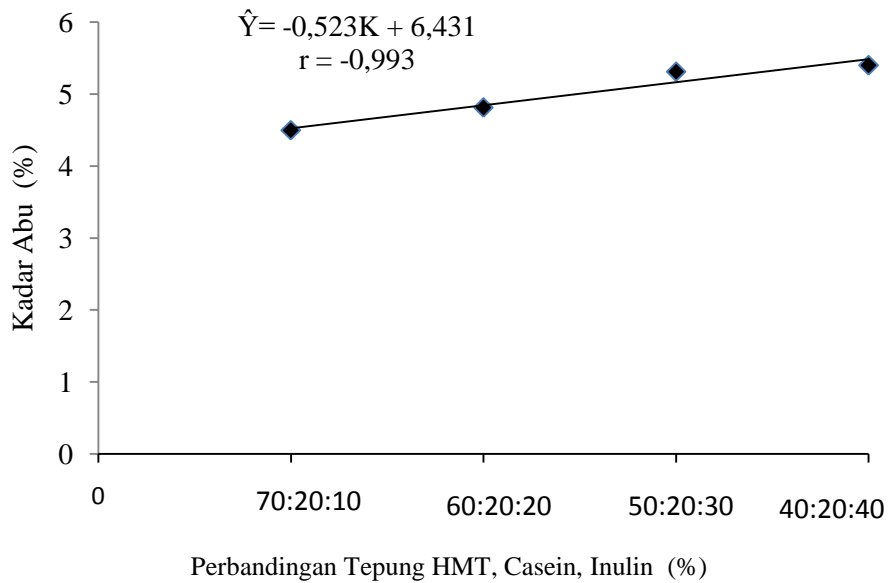
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap kadar abu. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Hasil Uji Beda Rata-Rata Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin Terhadap Kadar Abu.

Jarak	LSR		Perbandingan Tepung, Casein dan Inulin (gr)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	K1=70:20:10	4,500	c	B
2	0,300	0,413	K2=60:20:20	4,813	b	B
3	0,315	0,434	K3=50:20:30	5,313	a	A
4	0,323	0,445	K4=40:20:40	5,400	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p<0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p<0,01$.

Dari Tabel 7 dapat dilihat bahwa K_1 berbeda sangat nyata dengan K_2 , K_3 dan K_4 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_3 berbeda tidak nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_4= 5,400$ % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_1= 4,500$ %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Kadar Abu.

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin rendah penambahan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, semakin tinggi penambahan inulin dan penambahan kasein dengan konsentrasi tetap maka kadar abu meningkat. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya penambahan casein dan inulin, maka komponen mineral dalam bahan tersebut akan semakin meningkat, sehingga kadar abu juga akan semakin meningkat. Hal ini memiliki hubungan dengan kadar air suatu bahan, apabila kandungan air suatu bahan tinggi maka kadar abu akan semakin rendah, begitu juga sebaliknya apabila kadar air suatu bahan rendah maka kadar abu akan semakin meningkat. Sudarmadji (2010), juga menyatakan bahwa semakin tinggi nilai kadar abu maka semakin banyak kandungan bahan organik di dalam produk tersebut. Komponen bahan anorganik di dalam suatu bahan sangat bervariasi baik jenis maupun jumlahnya. Kandungan bahan anorganik yang terdapat di dalam suatu bahan diantaranya kalsium, kalium, fosfor, besi dan magnesium.

Hubungan Persentase CMC dengan Kadar Abu

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 2) dapat dilihat bahwa pengaruh persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p>0,05$) terhadap kadar abu. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Inulin, dan Casein dengan Persentase CMC Terhadap Kadar Abu

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p>0,05$) terhadap kadar abu, sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Protein

Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Protein

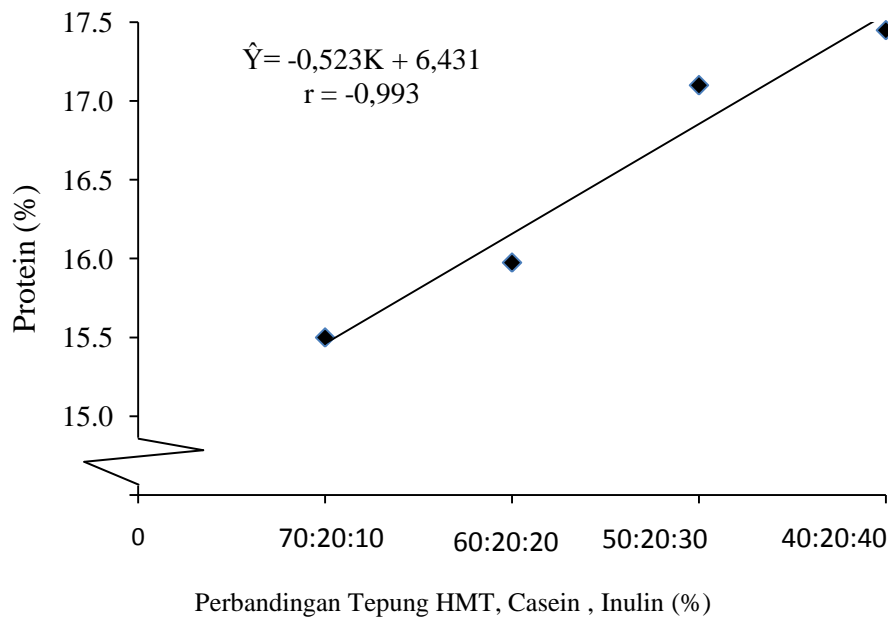
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p<0,01$) terhadap protein. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8 Hasil Uji Beda Rata-Rata Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin Terhadap protein.

Jarak	LSR		Perbandingan Tepung, Casein dan Inulin (gr)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	K1=70:20:10	15,500	b	B
2	0,891	1,226	K2=60:20:20	15,975	b	B
3	0,935	1,288	K3=50:20:30	17,100	a	A
4	0,959	1,321	K4=40:20:40	17,450	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p<0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p<0,01$.

Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa K_1 berbeda tidak nyata dengan K_2 , berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_3 berbeda tidak nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 17,450 \%$. Dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 15,500 \%$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Protein.

Pada Gambar 7 dapat dilihat bahwa semakin rendah penambahan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, semakin tinggi penambahan inulin dan penambahan kasein dengan konsentrasi tetap maka protein semakin meningkat. Pada penelitian ini kadar protein cukup baik karena berada diatas standar komposisi kimia tepung ubi jalar (Susilawati dan Medikasari, 2008). Meningkatnya kadar protein disebabkan oleh adanya penambahan kasein. Kasein merupakan 80 persen dari protein total dalam air susu. Selain mengandung asam amino, kasein mengandung pula fosfor, dan terdapat dalam air susu sebagai

garam-garam Ca yang dikenal sebagai Ca-kaseinat. Kasein terdiri atas alpha, beta, gamma dan kappa kasein (Lainpert, H.L. 1965).

Hubungan Persentase CMC dengan Protein

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa pengaruh persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap protein. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Inulin, dan Casein dengan Persentase CMC Terhadap Protein.

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap protein, sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Karbohidrat

Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Karbohidrat

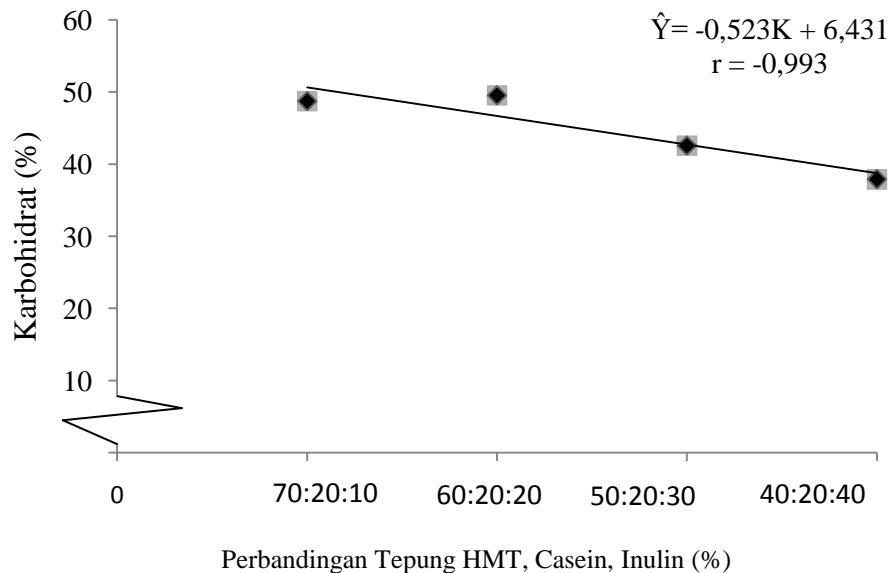
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 3) dapat dilihat bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap karbohidrat. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Uji Beda Rata-Rata Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin Terhadap Karbohidrat.

Jarak	LSR		Perbandingan Tepung, Casein dan Inulin (gr)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	K1=70:20:10	48,763	a	A
2	2,669	3,675	K2=60:20:20	49,550	a	A
3	2,803	3,862	K3=50:20:30	42,575	b	B
4	2,874	3,960	K4=40:20:40	37,900	c	C

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa K_1 berbeda tidak nyata dengan K_2 , berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_2 berbeda sangat nyata dengan K_3 dan K_4 . K_3 berbeda sangat nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_2 = 49,550\%$ dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 37,900\%$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Karbohidrat.

Pada Gambar 8 dapat dilihat bahwa semakin rendah penambahan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, semakin tinggi penambahan inulin dan

penambahan kasein dengan konsentrasi tetap maka karbohidrat menurun. Hal ini disebabkan oleh adanya perubahan komponen karbohidrat yaitu pati menjadi pati yang lebih resisten. Pati tersebut diubah menjadi pati yang lebih resisten menggunakan metode HMT (*Heat Moisture Treatment*). Modifikasi pati *Heat Moisture Treatment* (HMT) merupakan hydrothermal treatments dengan memanaskan pati pada kadar air terbatas di atas suhu gelatinisasi pada waktu tertentu sehingga pati tidak tergelatinisasi tetapi hanya mengalami perubahan konformasi molekul yang disertai perubahan karakteristiknya (Collado dan Corke, 1999 dalam Oktaviani, 2013).

Hubungan Persentase CMC dengan Karbohidrat

Dari daftar sidik ragam (Lampiran 4) dapat dilihat bahwa pengaruh persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata ($p > 0,05$) terhadap karbohidrat. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Inulin, dan Casein dengan Persentase CMC Terhadap Karbohidrat.

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap karbohidrat, sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Swelling Power

Hubungan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan *Swelling Power*

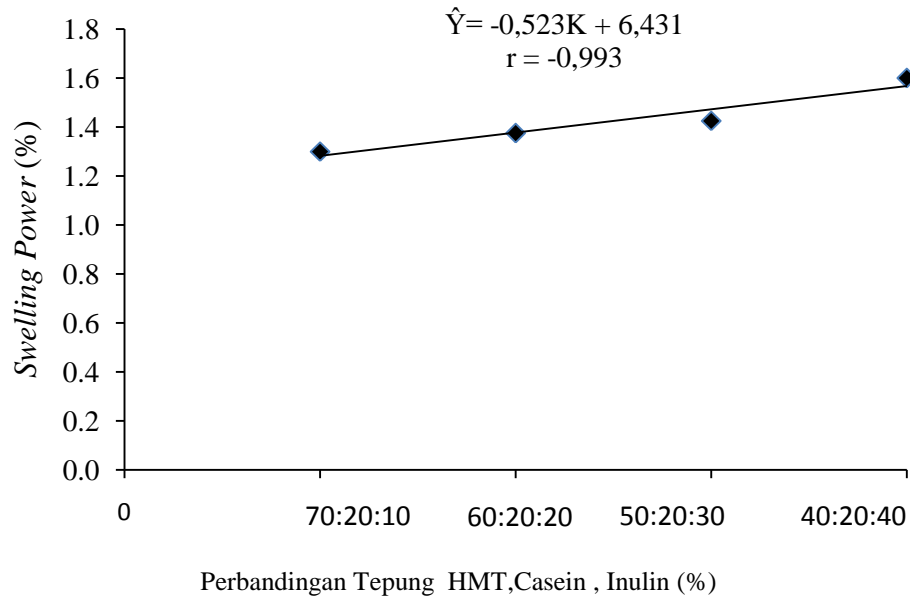
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *Swelling Power*. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10 Hasil Uji Beda Rata-Rata Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin Terhadap *Swelling Power*.

Jarak	LSR		Perbandingan Tepung, Casein dan Inulin (gr)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	K1=70:20:10	1,300	b	A
2	0,195	0,269	K2=60:20:20	1,375	b	A
3	0,205	0,283	K3=50:20:30	1,425	ab	A
4	0,210	0,290	K4=40:20:40	1,600	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa K_1 berbeda tidak nyata dengan K_2 dan K_3 , berbeda sangat nyata dengan K_4 . K_2 berbeda tidak nyata dengan K_3 , berbeda sangat nyata dengan K_4 . K_3 berbeda tidak nyata dengan K_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $K_4 = 1,600$ %. Dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $K_1 = 1,300$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan Swelling Power.

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa semakin rendah penambahan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, semakin tinggi penambahan inulin dan penambahan kasein dengan konsentrasi tetap maka *swelling power* meningkat. Hal ini disebabkan ketika larutan pada saat dipanaskan granula pati mengembang dan ikatan hidrogen pada struktur pati terputus akibat proses gelatinisasi lalu terjadi penyusutan kembali ikatan antara amilosa dengan amilopektin (Wibowo *et al.*, 2008). Peningkatan penyerapan air dalam granula pati menyebabkan peningkatan *swelling power* tepung. Kandungan amilosa dalam tepung juga menyebabkan perubahan *swelling power*. Tepung dengan kandungan amilosa yang tinggi akan memiliki kemampuan *swelling* yang lebih besar karena amilosa menyerap air lebih banyak sehingga pengembangan volume juga semakin besar.

Hubungan Persentase CMC dengan *Swelling Power*

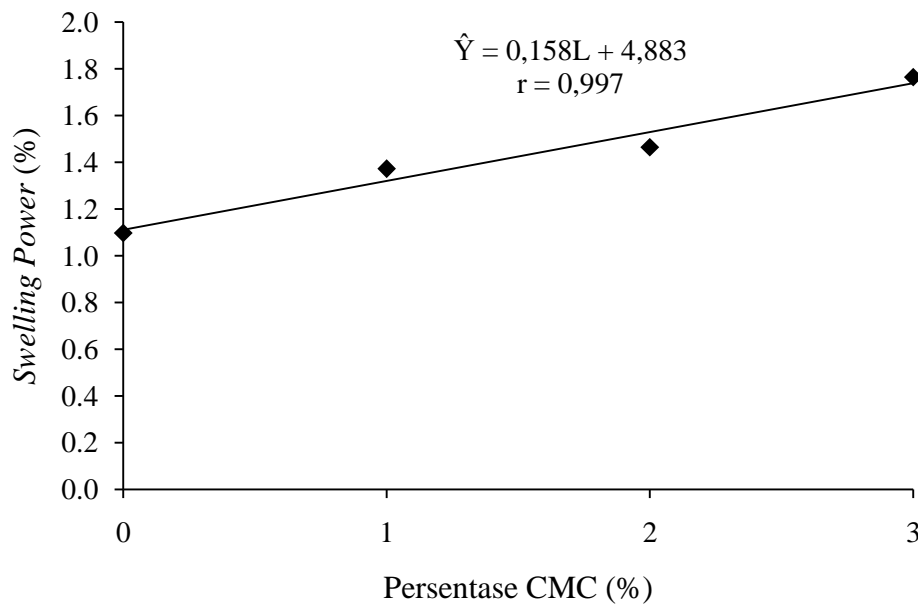
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa pengaruh persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *swelling power*. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentase CMC Terhadap *Swelling Power*.

Jarak	LSR		Persentase CMC (%)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	L1 = 0	1,098	c	C
2	0,195	0,269	L2 = 1	1,373	b	B
3	0,205	0,283	L3 = 2	1,465	b	B
4	0,210	0,290	L4 = 3	1,765	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Dari Tabel 11 dapat dilihat bahwa L_1 berbeda sangat nyata dengan L_2 , L_3 dan L_4 . L_2 berbeda tidak nyata dengan L_3 . L_3 berbeda sangat nyata dengan L_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $L_4 = 1,765\%$. Dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_1 = 1,098\%$. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan Persentase CMC dengan *Swelling Power*.

Pada Gambar 10 dapat dilihat bahwa semakin tinggi persentase CMC maka *swelling power* semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh CMC yang berfungsi sebagai pengental yang mampu mengikat air sehingga molekul-molekul air terperangkap dalam struktur gel pada adonan (Fardiaz, 1986). Sifat dari CMC dapat mengikat air maka mempermudah penyerapan air oleh granula pati ketika pati dipanaskan sehingga diduga dapat meningkatkan volume dari *swelling power*.

Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Inulin, dan Casein dengan Persentase CMC Terhadap *Swelling Power*.

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap *swelling power*. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

Baking Expansion

Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan *Baking Expansion*

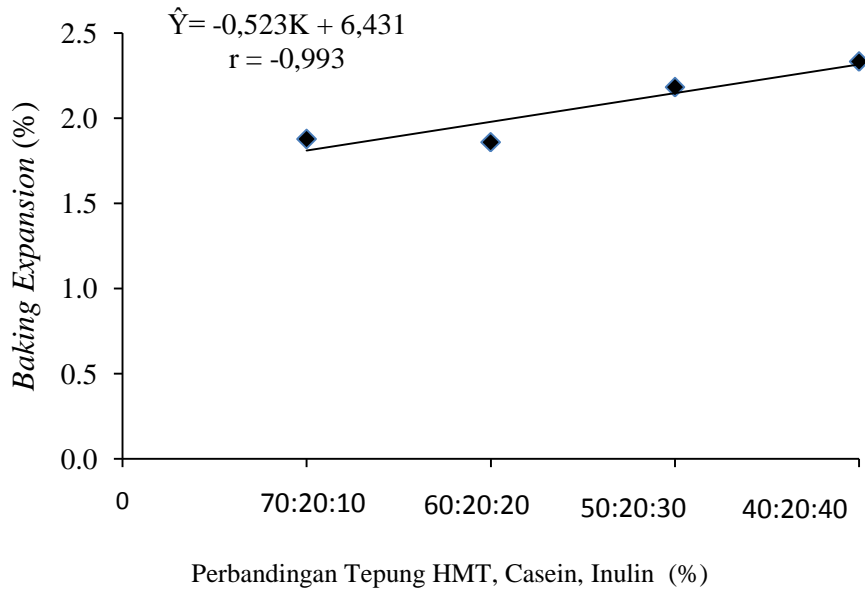
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 6) dapat dilihat bahwa perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, casein dan inulin memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *baking expansion*. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12 Hasil Uji Beda Rata-Rata Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin Terhadap *Baking Expansion*.

Jarak	LSR		Perbandingan Tepung, Casein dan Inulin (gr)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	K1=70:20:10	1,878	b	B
2	0,190	0,262	K2=60:20:20	1,860	b	B
3	0,200	0,275	K3=50:20:30	2,183	a	A
4	0,205	0,282	K4=40:20:40	2,333	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Dari Tabel 12 dapat dilihat bahwa K₁ berbeda tidak nyata dengan K₂, berbeda sangat nyata dengan K₃ dan K₄. K₂ berbeda sangat nyata dengan K₃ dan K₄. K₃ berbeda tidak nyata dengan K₄. Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan K₄= 2,333 % dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan K₂= 1,860 %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Hubungan Perbandingan Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Casein dan Inulin dengan *Baking Expansion*.

Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa semakin rendah penambahan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, semakin tinggi penambahan inulin dan penambahan kasein dengan konsentrasi tetap maka *baking expansion* meningkat. Hal ini disebabkan oleh menurut (Bertolini *et al.*, 2001) mengatakan bahwa pengembangan pada saat pemanggangan dapat terjadi karena adanya peningkatan tekanan oleh penguapan air. *Baking expansion* dihasilkan oleh pembentukan struktur matriks amorf (tidak beraturan) dengan ikatan hidrogen. Struktur matriks amorf disusun oleh amilosa sedangkan amilopektin menyusun bagian kristalin pati. Pada saat gelatinisasi, daerah amorf akan menyerap air lebih awal karena amilosa lebih hidrofilik sehingga peningkatan *baking expansion* dapat dihubungkan dengan peningkatan amilosa. Tepung yang memiliki kandungan amilosa lebih tinggi akan menyerap air lebih awal dan mengembang ketika dipanaskan (Yuwono *et al.*, 2013).

Hubungan Persentase CMC dengan *Baking Expansion*

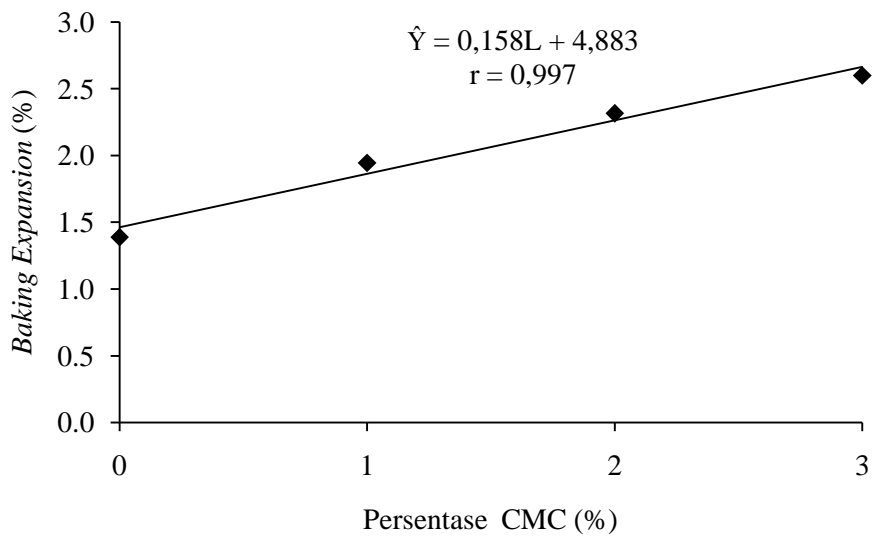
Dari daftar sidik ragam (Lampiran 5) dapat dilihat bahwa pengaruh persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap *baking expansion*. Tingkat perbedaan tersebut telah di uji dengan uji beda rata-rata dan dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Persentase CMC Terhadap *Baking Expansion*

Jarak	LSR		Persentase CMC (%)	Rataan (%)	Notasi	
	0,05	0,01			0,05	0,01
-	-	-	L1 = 0	1,389	d	D
2	0,190	0,262	L2 = 1	1,946	c	C
3	0,200	0,275	L3 = 2	2,316	b	B
4	0,205	0,282	L4 = 3	2,601	a	A

Keterangan : Huruf yang berbeda pada kolom notasi menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada taraf $p < 0,05$ dan berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$.

Dari Tabel 13 dapat dilihat bahwa L_1 berbeda sangat nyata dengan L_2 , L_3 dan L_4 . L_2 berbeda sangat nyata dengan L_3 dan L_4 . L_3 berbeda sangat nyata dengan L_4 . Nilai tertinggi dapat dilihat pada perlakuan $L_4 = 2,601$ %. Dan nilai terendah dapat dilihat pada perlakuan $L_1 = 1,389$ %. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Hubungan Persentase CMC dengan *Baking Expansion*.

Pada Gambar 12 dapat dilihat bahwa semakin tinggi persentase CMC maka *baking expansion* semakin meningkat. Hal ini disebabkan oleh CMC yang ditambahkan berfungsi sebagai pengganti fungsi gluten (Munarso dan Haryanto, 2010) karena tepung ubi jalar ini tidak memiliki kandungan gluten. Gluten dibentuk dari gliadin dan glutenin, gluten mempunyai peranan penting dalam pembentukan struktur, karena senyawa ini secara fungsional dapat meningkatkan nilai *baking expansion* karena bersifat hidrofilik. Gluten dapat merenggangkan ikatan antar molekul sehingga air akan masuk ke dalam pati, akibatnya terjadi peningkatan volume dan pengembangan granula pati pada saat pemanggangan (Dias *et al.*, 2011). Selain itu kemampuan gluten mengikat molekul air dengan ikatan hidrogen yang kuat dapat meningkatkan daya kembang.

Hubungan Interaksi Antara Perbandingan Tepung ubi Jalar Ungu Termodifikasi HMT, Inulin, dan Casein dengan Persentase CMC Terhadap *Baking Expansion*.

Dari daftar analisis sidik ragam diketahui bahwa interaksi perbandingan tepung ubi jalar ungu termodifikasi HMT, inulin, dan casein dengan konsentrasi CMC memberikan pengaruh berbeda tidak nyata ($p > 0.05$) terhadap *baking expansion*. Sehingga pengujian selanjutnya tidak dilakukan.

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan mengenai Karakteristik Fisiko Kimia dan Fungsional Tepung Komposit dari Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L*) Termodifikasi HMT, Inulin dan Kasein dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perbandingan tepung ubi jalar ungu metode HMT, inulin dan kasein memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$ terhadap kadar air, kadar abu, protein, karbohidrat, *baking expansion* dan *swelling power*.
2. Persentase CMC memberikan pengaruh yang berbeda sangat nyata pada taraf $p < 0,01$ terhadap kadar air, *baking expansion* dan *swelling power*.
3. Hasil terbaik terdapat pada perlakuan K1L4 pada kadar air dengan nilai 6,250%, K2L3 pada kadar abu dengan nilai 5,350 % sesuai dengan komposisi kimia tepung ubi jalar ungu.
4. Penelitian ini berhasil dilakukan karena sesuai dengan tujuan penelitian yaitu meningkatnya nilai protein dan menurunnya nilai karbohidrat. Berdasarkan tabel komposisi kimia tepung ubi jalar ungu karbohidrat bernilai 83,81 % pada penelitian ini karbohidrat bernilai rata-rata 44,697 %. maka nilai karbohidrat menurun sedangkan protein berdasarkan tabel komposisi kimia bernilai 2,79 % sedangkan pada penelitian ini bernilai 16,506 %.

B. Saran

1. Disarankan kepada peneliti selanjutnya agar menggunakan variasi bahan lain selain ubi jalar ungu dalam pembuatan tepung komposit termodifikasi HMT, inulin dan kasein dengan menggunakan bahan kimia lain selain inulin dan kasein yang memiliki fungsi yang sama terhadap bahan kimia tersebut.
2. Disarankan kepada peneliti selanjutnya untuk menambahkan parameter pengamatan berupa kadar lemak, kadar serat, kadar pati resisten, daya serap air dan daya serap lemak.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2014. Kasein Protein Susu. <http://rumuskimia.wordpress.com>. Diakses 23 Oktober 2013.
- AOAC, 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. AOAC International. Gaithersburg, Maryland.
- Bergthaller, W., 2000. Developments in Potato Starches. di dalam: A., C., Eliasson (ed). Starch In Foods. Structure, Function and Applications. CRC Press LLC, USA.
- Berolini, AC., C., Mestres, J., Raffi, A., Buleon, D., Lerner, dan P., Colona, 2001. Photodegradation of cassava and corn starch. *J. Agr. Food Chem.* 49:675-682.
- Cahyadi, W, 2006. Bahan Tambahan Pangan. Bumi Aksara. Jakarta.
- Collado L.S., H., Corke 1999. Heat moisture treatment effects on sweet potato starch differing in amylose content. *J Food Chem* 65:339-346.
- Chichester, C., E., and F., W., Tanner 1975. Antimicrobial Food Additives. Chemical Rubber Co Amsterdam.
- Damardjati, D., S., dan S., Widowati, 1994. Pemanfaatan Ubi jalar dalam Program Diversifikasi Guna Mensukseskan Swasembada Pangan. Dalam : A., Y., Winarto, S., S., Widodo, Antarlina, H., Pudjosantosa, dan Sumarno (Eds). Risalah Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pascapanen Ubijalar untuk mendukung Agroindustri. Edisi Khusus Balittan Malang Nomor 3: 1-25.
- De Leenheer, 1996. Production and use of inulin: industrial reality with a promising future; in Carbohydrates as organic raw materials, Vol. 3, 67–92, New York: VCH.
- De Man, J. M., 1997. Kimia Makanan. Edisi Kedua. Penerjemah K.,Padmawinata, ITB-Press. Bandung.
- Depkes, 2012. Diabetes Melitus Dapat Dicegah. <http://www.depkes.go.id/index.php/berita/pressrelease/1314-diabetes-melitus-dapat-dicegah.html>. Diakses 23 Oktober 2013.
- Eliasson, A., C., 2014. Starch in Food : Structure, Function, and Application. CRC Press. North America.

- Erika, C., 2010. Produksi Pati Termodifikasi dari Beberapa Jenis Pati. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7(3):130-137.
- Fardiaz, 1986. *Mikrobiologi Pangan I*. Gramedia Pustaka Umum. Jakarta.
- Fardiaz, 1987. Manfaat CMC. <http://resepkimiaindustri.blogspot.co.id>. Diakses 23 Oktober 2013.
- Glicksman, M., 1969. *Gum Technology in Food Industry*, Academic Press. New York.
- Hamed, M.G.E., M., F., Hussein, F., Y., Refain, dan S., K., El-Samahy, 1973. *Cereal Chem.* 50 (2): 133.
- Jiang, 2001. Sweet potato processing and product research and development at the Sichuan Academy of Agricultural Sciences. Di dalam: *Sweet Potato Post Harvest Research and Development in China*. Proc. of an Int. Workshop at International Potato Center, pp 114-126.
- Kano, M., T., Takayanagi, K., Harada, K., Makino, dan F., Ishikawa, 2005. Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato *Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki. *J. Biosci, Biotechnol, Biochem.* 69(5) : 979-988.
- Kaur, 2002. Application of inulin and oligofructose in health and nutrition. *J. Brosci.* Vol 27. No.7: 703-714.
- Kusnandar, F., 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Dian Rakyat, Jakarta.
- Lainpert, H., L., 1965. *Modern Uairy Products*. Chemical Publishing Co., Inc. New York.
- Manifie, 1989. Manfaat CMC. <http://resepkimiaindustri.blogspot.co.id>. Diakses 23 Oktober 2013.
- Masfuratun, 2010. Manfaat CMC. <http://resepkimiaindustri.blogspot.co.id>. Diakses 23 Oktober 2013.
- Munarso, S., J., dan B., Haryanto, 2010. *Perkembangan Teknologi Pengolahan. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Agroindustri BPPT*. Jakarta.
- Oktaviani, 2013. Pengaruh Suhu Modifikasi Heat Moisture Treatment (HMT) Terhadap Sifat Fungsional dan Amilografi Pati Ubi Jalar Putih (*Ipomea batatas L.*). Skripsi. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran. Bandung.

- Philpott, M., K., S., Gould, C., Lim, L., R., Ferguson, 2004. In situ and in vitro antioxidant activity of sweet potato anthocyanins. *J. Agric. Food Chem.* 52, 1511–1513.
- Prana, M., S., dan S., Danimiharja, 1981. *Root and Tuber Crops*. IBPGR Secretariat, Roma.
- Pukkahuta, 2008. Comparativestudy of pasting and thermal transition characteristics of osmotic pressure and heat– moisture treated corn starch. *Carbohydrate Polymers*, 72, 527– 536.
- Purwani E.Y., R., Widianingrum Thahrir dan Muslich, 2006. Effect of Moisture treatment of sago starch on its noodle quality. *JIPI*. 7(1):8-14.
- Putri, W.D.R., E., Zubaidah, D., W., Ningtyas, 2014. Effect of heat moisture treatment on functional properties and microstructural profiles of sweet potato flour. *Advance Journal of Food Science and Technology* 6(5) : 655-659. ISSN : 2042-4868.
- Rukmana, 1997. *Ubi Jalar Budidaya dan Pascapanen*. Kanisius, Yogyakarta.
- Saneto, 1994. *Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian*. Bina Ilmu. Surabaya.
- Sarwono, B., 2005. *Ubi jalar*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Setiawati, Y., Sudaryono, dan A., Setyono, 1994. Studi Penyimpanan Ubi Jalar Segar. Seminar Penerapan Teknologi Produksi dan Pascapanen Ubi Jalar untuk Mendukung Agroindustri Ubi Jalar.
- Steed, L., E., dan V., D., Truong, 2008. Anthocyanin content, antioxidant activity, and selected physical properties of flowable purple-fleshed sweetpotato purees. *J. Food Sci.* 73 (5) :15-221.
- Suda, I., T., Oki, M., Masuda, M., Kobayashi, Y., Nishiba, dan S., Furuta, 2003. Review: physiological functionality of purple-fleshed sweet potatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. *J. Agricultural RQ.* 37(3) : 167–73.
- Sudarmadji, 2010. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty Yogyakarta. Yogyakarta.
- Suismono, 1995. Kajian teknologi pembuatan tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas L.*) dan manfaatnya untuk produk ekstrusi mi basah. Tesis. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Sulistiyowati, D., 2010. Pengaruh Klon dan Generasi Bibit Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Susilawati dan Medikasari, 2008. Kajian Formulasi Tepung Terigu dan Tepung dari Berbagai Jenis Ubi Jalar Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Biskuit Non-Flaky Crackers. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II 2008. Universitas Lampung 17-18 November 2008.
- Syamsir, E., P., Hariyadi, D., Fardiaz, N., Andarwulan, F., Kusnandar, 2012. Pengaruh proses heat moisture treatment (hmt) terhadap karakteristik fisikokimia pati. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Syarief, R., dan A., Irawati, 1988. Pengetahuan Bahan untuk Industri Pertanian. Medyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Taib, G., G., Said dan S., Wiraatmadja, 1998. Operasi Pengeringan Pada Pengolahan Hasil Pertanian. Melton Putra, Jakarta.
- Terahara, N., I., Konczak, H., Ono, M., Yoshimoto, dan O., Yamakawa, 2004. Characterization of acylated anthocyanins in callus induced from storage root of purple-fleshed sweet potato, *Ipomoea batatas* L. *J Biomed Biotechnol* 5:279–86.
- Van Hal, M. 2000. Quality of sweetpotato flour during processing and storage. *Food Rev. Int.* 16 (1): 1-37.
- Wibowo, P., Saputra, JA., Ayucitra, A., dan Setiawan, LE., 2008, Isolasi Pati dari dari Pisang Kepok. *Widya Teknik.* 7(2):113-123.
- Widjanarko, S.,B., 2008. Efek pengolahan terhadap komposisi kimia dan fisik ubi jalar ungu dan kuning. <http://simonbwidjanarko.wordpress.com/2008/06/19/efek-pengolahan-terhadap-komposisikimia-fisik-ubi-jalar-ungu-dan-kuning>. Diakses 23 Oktober 2017.
- Winarno, F., G., 1981. Bahan Pangan Terfermentasi. Kumpulan Pikiran dan Gagasan Tertulis. Pusbangtepa. IPB. Bogor.
- Wirakartakusumah, M., A., 1981. Kinetics of Starch Gelatinization and Water Absorption in Rice. PhD Dissertation, University of Wisconsin, Madison.
- Woolfe, J., A., 1992. Sweetpotato an Untapped Food Resource. Cambridge University Press, New York, p. 15.

Yuwono, S., S., K., Febrianto, dan N., S., dewi, 2013. Pembuatan beras tiruan berbasis modified cassava flour (Mocaf): Kajian proporsi mocaf. Jurnal teknologi pertanian. 14 (3):175-182.

Zhang, Z., F., S., H., Fan, Y., L., Zheng, D., M., Wua, Q., Shan, dan B., Hu., 2009. Purple sweet potato color attenuates oxidative stress and inflammatory response induced by D-galactose in mouse liver. Food and Chemical Toxicology. 47: 496–501.

Lampiran 1. Data Rataan dan Sidik Ragam Kadar Air (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K1L1	5,7	5,6	11,300	5,650
K1L2	5,8	5,8	11,600	5,800
K1L3	6,1	6,1	12,200	6,100
K1L4	6,3	6,2	12,500	6,250
K2L1	5,1	5,2	10,300	5,150
K2L2	5,2	5,3	10,500	5,250
K2L3	5,4	5,4	10,800	5,400
K2L4	5,6	5,6	11,200	5,600
K3L1	4,5	4,6	9,100	4,550
K3L2	4,9	4,8	9,700	4,850
K3L3	4,9	4,8	9,700	4,850
K3L4	5,1	4,8	9,900	4,950
K4L1	4,2	4,1	8,300	4,150
K4L2	4,3	4,3	8,600	4,300
K4L3	4,5	4,5	9,000	4,500
K4L4	4,6	4,6	9,200	4,600
Total			163,900	
Rataan				5,122

Data Rataan dan Sidik Ragam Kadar Air (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

SK	Db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	12,150	0,810	152,467	**	2,35	3,41
K	3	11,046	3,682	693,078	**	3,24	5,29
K Lin	1	10,973	10,973	2065,424	**	4,49	8,53
K kuad	1	0,070	0,070	13,235	**	4,49	8,53
K Kub	1	0,003	0,003	0,576	tn	4,49	8,53
L	3	1,011	0,337	63,431	**	3,24	5,29
L Lin	1	1,008	1,008	189,753	**	4,49	8,53
L Kuad	1	14,145	14,145	2662,588	**	4,49	8,53
L Kub	1	-14,142	-14,142	-2662,047	tn	4,49	8,53
KxL	9	0,093	0,010	1,941	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,085	0,005				
Total	31	12,235					

Keterangan :

- FK = 839,48
- KK = 1,423 %
- ** = sangat nyata
- tn = tidak nyata

Lampiran 2. Data Rataan dan Sidik Ragam Kadar Abu (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K1L1	4,9	4,7	9,600	4,800
K1L2	4,9	4,6	9,500	4,750
K1L3	4,5	3,9	8,400	4,200
K1L4	4,6	3,9	8,500	4,250
K2L1	4,9	4,3	9,200	4,600
K2L2	4,9	4,6	9,500	4,750
K2L3	5,3	5,4	10,700	5,350
K2L4	4,9	4,2	9,100	4,550
K3L1	5,2	5,6	10,800	5,400
K3L2	5,6	5,4	11,000	5,500
K3L3	5,2	5,2	10,400	5,200
K3L4	5,3	5,0	10,300	5,150
K4L1	5,5	5,3	10,800	5,400
K4L2	5,3	5,5	10,800	5,400
K4L3	5,7	5,2	10,900	5,450
K4L4	5,3	5,4	10,700	5,350
Total			160,200	
Rataan				5,006

Data Rataan dan Sidik Ragam Kadar Abu (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

SK	Db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	5,939	0,396	4,949	**	2,35	3,41
K	3	4,341	1,447	18,089	**	3,24	5,29
K Lin	1	4,096	4,096	51,200	**	4,49	8,53
K kuad	1	0,101	0,101	1,266	tn	4,49	8,53
K Kub	1	0,144	0,144	1,800	tn	4,49	8,53
L	3	0,364	0,121	1,516	tn	3,24	5,29
L Lin	1	0,210	0,210	2,628	tn	4,49	8,53
L Kuad	1	5,761	5,761	72,016	**	4,49	8,53
L Kub	1	-5,608	-5,608	-70,097	tn	4,49	8,53
KxL	9	1,234	0,137	1,714	tn	2,54	3,78
Galat	16	1,280	0,080				
Total	31	7,219					

Keterangan :
 FK = 802,00
 KK = 5,650 %
 ** = sangat nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 3. Data Rataan dan Sidik Ragam Kadar Protein (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K1L1	16,8	15,7	32,500	16,250
K1L2	14,5	13,4	27,900	13,950
K1L3	16,5	15,4	31,900	15,950
K1L4	16,9	14,8	31,700	15,850
K2L1	17,2	16,1	33,300	16,650
K2L2	15,6	14,5	30,100	15,050
K2L3	16,8	15,7	32,500	16,250
K2L4	16,5	15,4	31,900	15,950
K3L1	18,3	17,2	35,500	17,750
K3L2	16,7	15,6	32,300	16,150
K3L3	17,9	16,8	34,700	17,350
K3L4	17,7	16,6	34,300	17,150
K4L1	19,1	18,0	37,100	18,550
K4L2	18,8	17,7	36,500	18,250
K4L3	17,2	16,1	33,300	16,650
K4L4	16,9	15,8	32,700	16,350
Total			528,200	
Rataan				16,506

Data Rataan dan Sidik Ragam Kadar Protein (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

SK	Db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	39,839	2,656	3,767	*	2,35	3,41
K	3	20,304	6,768	9,600	**	3,24	5,29
K Lin	1	19,460	19,460	27,603	**	4,49	8,53
K kuad	1	0,031	0,031	0,044	tn	4,49	8,53
K Kub	1	0,812	0,812	1,152	tn	4,49	8,53
L	3	8,764	2,921	4,144	tn	3,24	5,29
L Lin	1	1,980	1,980	2,809	tn	4,49	8,53
L Kuad	1	412,211	412,211	584,697	**	4,49	8,53
L Kub	1	-405,428	-405,428	-575,075	tn	4,49	8,53
KxL	9	10,771	1,197	1,698	tn	2,54	3,78
Galat	16	11,280	0,705				
Total	31	51,119					

Keterangan :

- FK = 8.788,07
- KK = 4,947%
- ** = sangat nyata
- tn = tidak nyata

Lampiran 4. Data Rataan dan Sidik Ragam Kadar Karbohidrat (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K1L1	53,4	52,4	105,800	52,900
K1L2	47,3	46,3	93,600	46,800
K1L3	52,5	45,4	97,900	48,950
K1L4	48,2	44,6	92,800	46,400
K2L1	48,1	47,0	95,100	47,550
K2L2	52,5	51,4	103,900	51,950
K2L3	52,3	49,2	101,500	50,750
K2L4	49,5	46,4	95,900	47,950
K3L1	40,5	39,4	79,900	39,950
K3L2	43,5	42,4	85,900	42,950
K3L3	45,1	42,0	87,100	43,550
K3L4	45,4	42,3	87,700	43,850
K4L1	39,8	38,7	78,500	39,250
K4L2	38,8	37,7	76,500	38,250
K4L3	40,5	35,4	75,900	37,950
K4L4	40,2	32,1	72,300	36,150
Total			1430,300	
Rataan				44,697

Data Rataan dan Sidik Ragam Kadar Karbohidrat (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

SK	Db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	836,185	55,746	8,801	**	2,35	3,41
K	3	726,256	242,085	38,220	**	3,24	5,29
K Lin	1	626,077	626,077	98,843	**	4,49	8,53
K kuad	1	59,678	59,678	9,422	**	4,49	8,53
K Kub	1	40,502	40,502	6,394	**	4,49	8,53
L	3	13,803	4,601	0,726	tn	3,24	5,29
L Lin	1	5,366	5,366	0,847	tn	4,49	8,53
L Kuad	1	3436,740	3436,740	542,581	**	4,49	8,53
L Kub	1	-3428,302	-3428,302	-541,249	tn	4,49	8,53
KxL	9	96,125	10,681	1,686	tn	2,54	3,78
Galat	16	101,345	6,334				
Total	31	937,530					

Keterangan :
 FK = 63.929,94
 KK = 5,631 %
 ** = sangat nyata
 tn = tidak nyata

Lampiran 5. Data Rataan dan Sidik Ragam *Swelling Power* (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K1L1	1,04	1,02	2,060	1,030
K1L2	1,27	1,25	2,520	1,260
K1L3	1,4	1,2	2,600	1,300
K1L4	1,62	1,6	3,220	1,610
K2L1	1,08	1,06	2,140	1,070
K2L2	1,37	1,35	2,720	1,360
K2L3	1,48	1,46	2,940	1,470
K2L4	1,61	1,59	3,200	1,600
K3L1	1,13	1,11	2,240	1,120
K3L2	1,42	1,40	2,820	1,410
K3L3	1,53	1,51	3,040	1,520
K3L4	1,66	1,64	3,300	1,650
K4L1	1,18	1,16	2,340	1,170
K4L2	1,47	1,45	2,920	1,460
K4L3	1,58	1,56	3,140	1,570
K4L4	2,71	1,69	4,400	2,200
Total			45,600	
Rataan				1,425

Data Rataan dan Sidik Ragam *Swelling Power* (%)Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

SK	Db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	2,474	0,165	4,859	**	2,35	3,41
K	3	0,390	0,130	3,831	tn	3,24	5,29
K Lin	1	0,361	0,361	10,637	**	4,49	8,53
K kuad	1	0,020	0,020	0,589	tn	4,49	8,53
K Kub	1	0,009	0,009	0,265	tn	4,49	8,53
L	3	1,818	0,606	17,853	**	3,24	5,29
L Lin	1	1,756	1,756	51,731	**	4,49	8,53
L Kuad	1	-7,690	-7,690	-226,580	tn	4,49	8,53
L Kub	1	7,752	7,752	228,409	**	4,49	8,53
KxL	9	0,266	0,030	0,871	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,543	0,034				
Total	31	3,017					

Keterangan :

- FK = 64,98
- KK = 12,928%
- ** = sangat nyata
- tn = tidak nyata

Lampiran 6. Data Rataan dan Sidik Ragam *Baking Expansion* (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

Perlakuan	Ulangan		Total	Rataan
	I	II		
K1L1	1,30	1,28	2,580	1,290
K1L2	1,54	1,50	3,040	1,520
K1L3	2,87	1,90	4,770	2,385
K1L4	2,20	2,43	4,630	2,315
K2L1	1,20	1,29	2,490	1,245
K2L2	1,84	1,80	3,640	1,820
K2L3	1,90	1,87	3,770	1,885
K2L4	2,50	2,48	4,980	2,490
K3L1	1,50	1,47	2,970	1,485
K3L2	2,14	2,20	4,340	2,170
K3L3	2,45	2,52	4,970	2,485
K3L4	2,62	2,56	5,180	2,590
K4L1	1,58	1,49	3,070	1,535
K4L2	2,30	2,25	4,550	2,275
K4L3	2,50	2,52	5,020	2,510
K4L4	3,02	3,00	6,020	3,010
Total			66,020	
Rataan				2,063

Data Rataan dan Sidik Ragam *Baking Expansion* (%) Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu.

SK	Db	JK	KT	F hit.		F.05	F.01
Perlakuan	15	8,447	0,563	17,475	**	2,35	3,41
K	3	1,300	0,433	13,450	**	3,24	5,29
K Lin	1	1,139	1,139	35,347	**	4,49	8,53
K kuad	1	0,056	0,056	1,741	tn	4,49	8,53
K Kub	1	0,105	0,105	3,260	tn	4,49	8,53
L	3	6,577	2,192	68,029	**	3,24	5,29
L Lin	1	6,424	6,424	199,349	**	4,49	8,53
L Kuad	1	-9,457	-9,457	-293,468	tn	4,49	8,53
L Kub	1	9,610	9,610	298,207	**	4,49	8,53
KxL	9	0,570	0,063	1,965	tn	2,54	3,78
Galat	16	0,516	0,032				
Total	31	8,962					

Keterangan :

- FK = 136,21
- KK = 8,701 %
- ** = sangat nyata
- tn = tidak nyata

Lampiran 7. Gambar Pengolahan Tepung Komposit



Gambar 13. Pengupasan Kulit Ubi Jalar Ungu



Gambar 14. Ubi Jalar Ungu di potong-potong Setebal 2 mm



Gambar 15. Perendaman dengan Natrium Metabisulfit ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$)



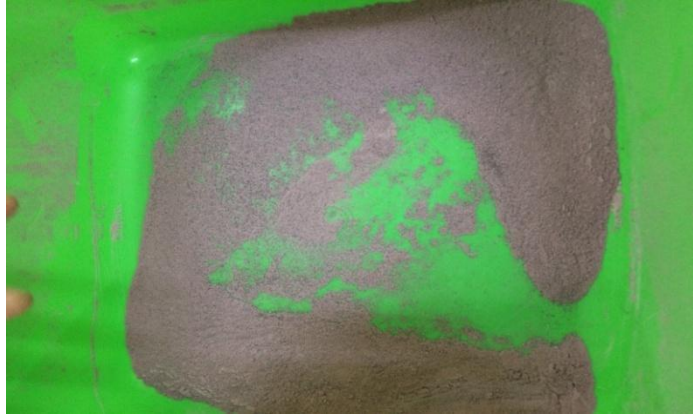
Gambar 16. Ubi Jalar Ungu Setelah dikeringkan



Gambar 17. Proses Menghaluskan Ubi Jalar Ungu



Gambar 18. Pengayakan Tepung Ubi Jalar Ungu



Gambar 19. Tepung Ubi Jalar Ungu yang Sudah diayak



Gambar 20. Pemberian Akuades



Gambar 21. Tepung yang Sudah Tercampur Akuades



Gambar 22. Modifikasi HMT Tepung Ubi Jalar Ungu



Gambar 23. Tepung Ubi Jalar Ungu yang Telah Termodifikasi



Gambar 24. Mencampurkan Tepung HMT, Inulin, Casein dan CMC



Gambar 25. Tepung Komposit Ubi Jalar Ungu