

PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI HIDROKOLOID (XANTHAN GUM, GUAR GUM, DAN CARBOXY METHYL CELLULOSE) TERHADAP KARAKTERISTIK MUFFIN GLUTEN FREE BERBASIS TEPUNG SORGUM (*Shorgum bicolor L. Moench*)

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk memenuhi Syarat Sidang Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh :

Widiyani
14.302.0177



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

**PENGARUH JENIS DAN KONSENTRASI HIDROKOLOID (*XANTHAN GUM, GUAR GUM, DAN CARBOXYPROPYL METHYL CELLULOSE*)
TERHADAP KARAKTERISTIK *MUFFIN GLUTEN FREE* BERBASIS
TEPUNG SORGUM (*Shorgum bicolor L. Moench*)**

*Diajukan untuk memenuhi Syarat Sidang Sarjana Teknik
Program Studi Teknologi Pangan*



Oleh :

Widivani
14.302.0177

Menyetujui

Pembimbing I

Pembimbing II

(Ir. Willy Pranata Widjaja, MSi.,PhD)

(Dr.Ir.H. Dede Zainal Arief, MSc.)

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi hidrokoloid (*xanthan gum*, *guar gum*, dan CMC), terhadap karakteristik *muffin gluten free* berbasis tepung sorgum.

Penelitian yang dilakukan terdiri dari dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah analisis bahan baku, penentuan waktu pencampuran, dan penentuan formulasi yang akan digunakan di penelitian utama. Penelitian utama yang dilakukan adalah membuat *muffin gluten free* berbasis tepung sorgum. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 2 faktor. Faktor jenis hidrokoloid terdiri dari 3 taraf yaitu (*xanthan gum*, *guar gum*, dan CMC) sedangkan faktor konsentrasi hidrokoloid terdiri dari 3 taraf yaitu 0,5%;0,75%;1%. Respon yang dianalisis meliputi respon fisik, yaitu viskositas menggunakan viskometer digital, volume spesifik metode *displacement test*, kekerasan, dan kekenyalan dengan alat texture analyzer TAXT, serta respon kimia yaitu kadar air metode gravimetri.

Hasil dari penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa formulasi *muffin gluten free* yang disukai konsumen pada penelitian pendahuluan adalah formulasi III. Hasil penelitian utama menunjukkan bahwa faktor jenis hidrokoloid berpengaruh terhadap viskositas adonan, volume spesifik, kekerasan, kekenyalan, dan kadar air. Faktor konsentrasi hidrokoloid berpengaruh terhadap viskositas adonan, volume spesifik, kekerasan, kekenyalan, dan kadar air. Serta interaksi antara jenis dan konsentrasi hidrokoloid (*xanthan gum*, *guar gum*, dan CMC) berpengaruh terhadap viskositas adonan, volume spesifik, kekerasan, kekenyalan, dan kadar air. Sampel yang terpilih pada penelitian utama adalah sampel a_1b_2 yang memiliki karakteristik hampir sama dengan *muffin* kontrol tepung terigu yang memiliki nilai viskositas 2707 mpas, volume spesifik 2,74 ml/gr, kekerasan 1760,72 g force, kekenyalan 51,32%, dan kadar air 18%.

Kata Kunci : Jenis hidrokoloid, konsentrasi hidrokoloid, *muffin gluten free*, tepung sorgum.

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the effect of types and concentrations of hydrocolloids (xanthan gum, guar gum, and CMC), on the characteristics of gluten free muffins based on sorghum flour.

The research consisted of two stages, namely preliminary research and main research. Preliminary research carried out was the analysis of raw materials, determination of mixing time, and determination of formulations to be used in the main research. The main research conducted was to make gluten free muffins based on sorghum flour. The experimental design used was a Randomized Block Design (RBD) consisting of 2 factors. The hydrocolloid type factor consists of 3 levels, namely (xanthan gum, guar gum, and CMC) while the hydrocolloid concentration factor consists of 3 levels namely 0.5%, 0.75%, 1%. The responses analyzed included physical responses, namely viscosity using a digital viscometer, specific volume of displacement test method, hardness, and springiness with TAXT texture analyzer, and chemical response, namely the water content of the gravimetric method.

The results of the preliminary research show that the gluten free muffin formulation that is preferred by consumers in the preliminary study is formulation III. The results of the main study showed that the hydrocolloid type factor had an effect on the dough viscosity, specific volume, hardness, springiness, and moisture content. Hydrocolloid concentration factors affect the dough viscosity, specific volume, hardness, springiness, and moisture content. As well as interactions between types and concentrations of hydrocolloid (xanthan gum, guar gum, and CMC) affect the dough viscosity, specific volume, hardness, springiness, and moisture content. The sample chosen in the main study was a1b2 sample which had almost the same characteristics as wheat flour control muffins which had a viscosity value of 2707 mpas, specific volume of 2.74 ml / gr, hardness of 1760.72 g force, springiness of 51.32%, and content 18% water.

Keywords: Hydrocolloid type, hydrocolloid concentration, gluten free muffin, sorghum flour.



DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Kerangka Pemikiran	6
1.6 Hipotesis Penelitian	13
1.7 Tempat dan Waktu Penelitian	13
II. TINJAUAN PUSTAKA	14
2.1 Sorgum	14
2.2 Tepung Sorgum	17
2.3 Jenis Hidrokoloid	21
2.3.1 <i>Xanthan gum</i>	21
2.3.2 <i>Guar gum</i>	22
2.3.3 <i>Carboxymethyl Cellulose (CMC)</i>	24
2.4 <i>Muffin</i>	25
2.5 Proses Pembuatan <i>Muffin</i>	26
III. METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Bahan dan Alat	28
3.2 Metode Penelitian	29
3.2.1 Penelitian pendahuluan	29

3.2.2 Penelitian utama	31
3.2.3 Rancangan Perlakuan	31
3.2.4 Rancangan Percobaan	31
3.2.5 Rancangan Analisis	32
3.2.6 Rancangan Respon	33
3.3 Prosedur Penelitian	34
3.3.1 Prosedur Penelitian Pendahuluan	34
3.3.1.1 Pembuatan Tepung Sorgum	34
3.3.2 Prosedur Penelitian Utama	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	44
4.1 Penelitian Pendahuluan	44
4.2 Penelitian Utama	54
V. KESIMPULAN DAN SARAN	73
5.1 Kesimpulan	73
5.2 Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	76
LAMPIRAN	84



I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: 1.1 Latar Belakang, 1.2 Identifikasi Masalah, 1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian, 1.4 Manfaat Penelitian, 1.5 Kerangka Pemikiran, 1.6 Hipotesis Penelitian, dan 1.7 Waktu dan Tempat Penelitian.

1.1 Latar Belakang

Muffin adalah salah satu produk *bakery* yang cukup digemari oleh masyarakat, selain rasanya yang bervariasi *muffin* juga kaya akan kandungan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, dan juga protein yang cocok untuk dijadikan sebagai alternatif makanan saat sarapan atau makanan selingan. *Muffin* pada umumnya terbuat dari tepung terigu sebagai bahan utama, dengan campuran telur, gula, mentega, susu cair, garam, *baking soda*, dan *baking powder* sebagai bahan penunjang (Hartono, dkk 2012).

Tepung terigu memiliki kandungan protein unik yang membentuk suatu massa lengket dan elastis ketika dibasahi air. Protein tersebut dikenal sebagai gluten (Faridah, 2008). Namun, tidak semua orang dapat mengonsumsi makanan yang mengandung gluten. Sebagian orang tidak dapat mencerna gluten dengan sempurna, misalnya pada penderita penyakit seliak dan penderita (gangguan) autisme. Penyakit seliak adalah suatu penyakit dimana penyerapan nutrisi kedalam tubuh terhambat, sehingga menyebabkan gangguan pada fungsi tubuh manusia. Sedangkan pada penderita (gangguan) autisme kombinasi asam amino yang ada di dalam gluten tidak dipecah menjadi asam amino tunggal, tetapi masih dalam bentuk peptida. Peptida yang tidak dicerna tersebut dapat diserap oleh usus

halus yang selanjutnya masuk kedalam peredaran darah dan diteruskan ke reseptor opioid otak. Peningkatan aktivitas opioid akan menyebabkan gangguan susunan saraf pusat (Sari, 2009).

Salah satu alternatif agar penderita alergi gluten, dapat mengkonsumsi *muffin* tanpa khawatir dengan adanya kandungan gluten, yaitu dengan mengganti tepung terigu dengan tepung lain yang tidak mengandung gluten. Salah satu tepung non-gluten adalah tepung sorgum.

Sorgum adalah salah satu bahan pangan yang potensial untuk substitusi terigu dan beras karena masih satu famili dengan gandum dan padi, hanya berbeda subfamili, sehingga karakteristik tepungnya relatif lebih baik dibanding tepung umbi-umbian. Tepung sorgum dapat dipertimbangkan sebagai bahan pengganti tepung terigu karena sorgum merupakan tanaman sereal yang dapat tumbuh dengan baik di Indonesia, sehingga dapat mengurangi impor tepung terigu dan dapat memaksimalkan potensi sorgum yang saat ini dipandang sebagai *inferior food* atau makanan kurang bergengsi. Selain itu tepung sorgum memiliki kandungan gizi yang tidak jauh berbeda dengan tepung terigu dibandingkan sereal lain, kandungan karbohidrat tepung sorgum yaitu 70,1 g/100 g, protein 10,4 g/100 g, serta lemak 3,1 g/100 g sedangkan tepung terigu yang memiliki kandungan karbohidrat 71,0 g/100 g, protein 11,6 g/100 g, serta lemak 2,0 g/100 g (Depkes RI, 1992).

Penggunaan tepung non-gluten seperti tepung sorgum dalam pembuatan *muffin* memiliki beberapa kekurangan. Pada tepung sorgum adonan akan memiliki rasa yang cenderung lebih sepat karena adanya kandungan tanin dalam

sorgum yang berkisar antara 3,67- 10,66 %. Kandungan tanin pada sorgum dapat dikurangi dengan berbagai macam cara, diantaranya adalah penyosohan. Pada saat penyosohan kandungan tanin dalam biji sorgum menurun drastis (Suarni, 2004). Selain itu tepung sorgum memiliki viskositas yang rendah, daya serap air yang rendah, dan saat proses pemanggangan akan dihasilkan kue dengan tekstur yang bantat, serta hasil akhir tidak merekah dengan sempurna. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya fungsi gluten yang mengikat air dalam adonan, dan memerangkap gas saat proses pemanggangan. Oleh karena itu perlu adanya bahan tambahan lain yang bisa digunakan untuk menggantikan peran gluten dalam pembuatan *muffin gluten free*. Salah satu bahan tambahan yang dapat menggantikan peranan gluten dalam pembuatan *muffin gluten free* adalah senyawa hidrokoloid.

Senyawa hidrokoloid mengakibatkan pembentukan gel, pembentukan gel tersebut melibatkan pembentukan jaringan tiga dimensi. Pembentukan gel pada senyawa hidrokoloid (pembentukan jaringan akibat hidrokoloid) melibatkan penggabungan molekul polimer atau gabungan molekul polimer yang disatukan oleh ikatan hidrogen atau ikatan silang molekul anionik dengan kation multivalen (baik ion kalsium atau molekul protein) lebih dari bagian panjangnya, penggabungan ini disebut dengan zona persimpangan. Ujung molekul atau gabungan molekul yang memanjang diluar zona persimpangan akan membentuk zona persimpangan dengan molekul yang lain atau molekul di area lain, membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat mengikat air (membentuk struktur

mirip *spons*). Jaringan tersebut dibentuk oleh macam-macam hidrokoloid (Arendt dan Bello, 2008).

Jaringan gluten dapat memerangkap gas dan membentuk struktur sel, melibatkan pembentukan lapisan film dan pembentukan fibril. Hidrokoloid tertentu dapat membentuk film, tetapi film yang larut dalam air. Ikatan yang terlibat dalam pembentukan fibril oleh hidrokoloid melibatkan ikatan hidrogen, ikatan silang kation, dan dalam beberapa kasus, interaksi hidrofobik (Arendt dan Bello, 2008).

Sifat-sifat seperti elastisitas, kekerasan, kerapuhan dan kekompakan dan kelengketan dapat dibentuk dengan hidrokoloid yang berbeda dan dari kombinasi beberapa hidrokoloid. Pada konsentrasi tertentu hidrokoloid akan membentuk gel (Arendt dan Bello, 2008).

Xanthan gum mampu meningkatkan volume pengembangan dan kelembutan dari tekstur roti yang dihasilkan dari tepung beras, jenis dan konsentrasi hidrokoloid mempunyai efek yang signifikan dalam penentuan kualitas roti (Shittu dkk, 2009).

Guar gum mengikat air dalam adonan, menghasilkan elastisitas yang tinggi. *Guar gum* meningkatkan volume spesifik, meningkatkan tekstur pada roti (Ribbota, 2004).

Carboxymethyl cellulose (CMC), merupakan salah satu jenis hidrokoloid yang mampu memperbaiki kualitas roti bebas gluten. Dengan kemampuannya menyerap air, CMC mampu membentuk jaringan yang dapat menyatukan komponen adonan roti bebas gluten. CMC mampu meningkatkan volume roti dan

memberikan nilai yang baik pada porositas dan elastisitas crumb (Lazaridou et al, 2007).

1.2 Identifikasi Masalah

Masalah yang dapat diidentifikasi berdasarkan uraian diatas adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh jenis hidrokoloid (*Xanthan gum*, *Guar gum*, dan *Carboxymethyl Cellulose*) terhadap karakteristik *muffin gluten free* yang dihasilkan ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi hidrokoloid (*Xanthan gum*, *Guar gum*, dan *Carboxymethyl Cellulose*) terhadap karakteristik *muffin gluten free* yang dihasilkan ?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara jenis dan konsentrasi hidrokoloid (*Xanthan gum*, *Guar gum*, dan *Carboxymethyl Cellulose*) terhadap *muffin gluten free* yang dihasilkan ?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menentukan jenis dan konsentrasi hidrokoloid yang digunakan dalam pembuatan *muffin gluten free* sehingga dihasilkan *muffin* yang baik, serta untuk diversifikasi produk olahan yang dapat diterima konsumen khususnya sebagai alternatif makanan bagi konsumen yang alergi terhadap gluten.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh jenis dan konsentrasi hidrokoloid (*Xanthan gum*, *Guar gum*, dan *Carboxymethyl Cellulose*) terhadap karakteristik *muffin gluten free*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memanfaatkan dan meningkatkan produktivitas pangan lokal sebagai diversifikasi pangan.
2. Mengenalkan kepada masyarakat mengenai bahan alternatif selain gandum, salah satunya yaitu sorgum yang dapat diolah menjadi berbagai macam produk yang memiliki sumber karbohidrat yang tinggi.
3. Meningkatkan nilai guna tepung sorgum.
4. Menghasilkan produk pangan yang dapat diterima dan dikonsumsi masyarakat, khususnya masyarakat yang alergi terhadap gluten.

1.5 Kerangka Pemikiran

Kualitas *muffin* yang baik dapat dilihat secara fisik, dan kimia. Secara fisik *muffin* yang baik dapat dilihat dari nilai *hardness* (kekerasan), *springiness* (kekenyalan), dan *cohesiveness* (kekompakan) nya. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI-01-3840-1995), parameter kimia roti manis yang baik harus mengandung air maksimal 40%.

Dari segi penampilan permukaan atas atau puncak *muffin* merekah dengan warna coklat kekuningan tergantung dari tepung dan bahan penunjang yang digunakan, dari segi tekstur memiliki rongga yang cukup besar dan kurang lembut jika dibandingkan dengan *sponge cake*, serta memiliki rasa baik manis maupun asin (Hartono, dkk 2012).

Karakteristik *muffin* yang baik sangat tergantung dari bahan baku dan bahan penunjang yang digunakan. Tepung terigu merupakan tepung yang biasa

digunakan dalam pembuatan *muffin*, tepung terigu mengandung pati dan protein glutenin dan gliadin, yang mengikat bahan lain menjadi satu untuk menghasilkan struktur akhir produk. Hidrasi dan pemanasan menyebabkan terjadinya gelatinisasi pati, sebuah proses yang memutus ikatan hidrogen, menghasilkan pembengkakan granula pati yang memberikan struktur adonan yang lebih kompak (Mc Williams, 2010).

Pada saat pembentukan adonan *muffin*, pati didalam tepung akan berinteraksi dengan air dari bahan-bahan lain. Kandungan karbohidrat sorgum relatif lebih rendah (70,7%) dibandingkan dengan sereal lain, dan tertinggi terdapat pada beras pecah kulit (76,0%). Kadar pati sorgum berkisar antara 56-73% dengan rata-rata 69,5%. Pati sorgum terdiri atas amilosa (20-30%, dan amilopektin (70-80%) (Suarni dan Firmansyah, 2016). Pada saat pati dicampurkan dengan air dingin maka pati akan mengalami gelatinisasi sebagian (30%). Pada saat proses pemanggangan, terjadi kenaikan suhu yang menyebabkan pati tergelatinisasi seluruhnya, yang mengakibatkan pengembangan pada adonan. Amilopektin mempunyai peran dalam meningkatkan kerenyahan sedangkan amilosa berperan dalam meningkatkan kekerasan (Sunarti et al, 2002).

Pengembangan tidak hanya diakibatkan karena mengembang nya granula pati akibat proses gelatinisasi, namun ada peran protein glutenin dan gliadin yang berfungsi mengikat bahan lain menjadi satu menghasilkan produk akhir. Pada proses pengadonan, gluten akan mengikat air sehingga adonan memiliki viskositas yang tinggi. Gluten berfungsi untuk mempertahankan udara yang masuk ke dalam adonan pada saat proses pengadukan dan gas yang dihasilkan oleh bahan

pengembang pada waktu pemanggangan, sehingga adonan menjadi mengembang (Koswara, 2009). Gluten hanya terkandung dalam tepung terigu, jenis tepung lain seperti tepung sorgum tidak mengandung gluten.

Menurut Joye et al, (2009), tepung sereal non gluten seperti tepung sorgum dapat dimodifikasi sehingga membentuk jejaring protein mirip gluten. Modifikasi tersebut dapat tercapai dengan menggunakan bahan tambahan makanan berupa polimer seperti *xanthan gum* dan *hydroxy propyl methyl cellulose* (HPMC) atau enzim.

Menurut Fennema, (1996), air akan terikat melalui ikatan hidrogen dengan gugus hidroksil dari hidrokoloid membentuk konformasi *double heliks* sehingga membentuk struktur tiga dimensi. Struktur tiga dimensi inilah yang akan mempertahankan air.

Menurut Lazaridou et al, (2007), penambahan hidrokoloid dapat memperbaiki pengembangan adonan dan penahanan gas dengan cara meningkatkan viskoelastisitas dari adonan yang dihasilkan.

Xanthan gum memiliki sifat pseudoplastiknya yang tinggi, viskositasnya tinggi pada konsentrasi rendah, tahan terhadap gaya geser, panas, pH asam dan enzim (Palennari dan Rante 2009).

Jumlah penggunaan *xanthan gum* dalam suatu adonan harus tepat, agar produk yang dihasilkan memiliki tekstur yang diinginkan, jika terlalu sedikit maka adonan akan kurang mengikat air, pengembangan selama pemanggangan juga tidak optimal, namun jika terlalu berlebih maka adonan juga akan bantat.

Menurut Kuswardani, *at al.* (2008), roti bebas gluten yang terbuat dari tepung beras, tepung jagung, dan pati singkong dengan proporsi 74,2% tepung jagung, tepung beras 17,2% dan 8,6% pati singkong dan penambahan gum xanthan dengan konsentrasi 0,5%; 1%; 1,5%; 2% dan 2,5% memberikan pengaruh yang signifikan terhadap karakteristik roti tersebut. Dimana semakin tinggi konsentrasi gum xanthan maka semakin besar pula tingkat kekerasan, kompresibilitas, dan volume spesifiknya.

Menurut Sukanto (2010), menunjukkan bahwa penggunaan substitusi tepung jagung 35% yang dimodifikasi dengan gum xanthan 0,5% memberikan sifat elastis dan hasil yang terbaik dari segi pengembangan volume, tekstur, rasa dan aroma dibandingkan dengan tepung jagung 45% dan 60% dengan substitusi 0,50%; 0,70% dan 0,90%.

Menurut Tethool dan Dewi (2017), roti yang terbuat dari campuran tepung ubi jalar dan pati sagu dengan proporsi 80 % tepung ubi jalar dan pati sagu 20% dan penambahan *xanthan gum* 0,5 %; 1 %; 1,5 %; 2%; 2,5 % dan 3% memberikan pengaruh secara signifikan terhadap karakteristik tepung dan yang dihasilkan. Dimana semakin tinggi konsentrasi *xanthan gum* dapat meningkatkan daya pengembangan, viskositas puncak, viskositas akhir, waktu dan suhu gelatinisasi dari tepung komposit. Peningkatan konsentrasi *xanthan gum* juga dapat meningkatkan keempukan, rasio pengembangan dan volume spesifik roti yang dihasilkan.

Menurut Anjarsari dan Hartajanie (2010), pada pembuatan roti dari tepung ubi kayu, dari 5 jenis hidrokoloid (*citri-fi*, *thixo gum*, *guar gum*, *xanthan gum*, dan

HPMC) dengan konsentrasi masing-masing 1 %, diperoleh 3 jenis hidrokoloid dengan pengembangan terbaik, yaitu *xanthan gum*, *guar gum*, dan HPMC.

Menurut Sasaki (2017), roti yang terbuat dari campuran tepung beras dan tepung terigu dengan penambahan *xanthan gum* dan *guar gum* pada konsentrasi 0,5 %, 1,0 % dan 2,0 %, tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air, namun berpengaruh nyata terhadap volume roti (*guar gum* 0,5 % : 2,571.4 cm³, 1,0 % : 2,700.6 cm³, dan 2,0 % : 2,614.8 cm³), (*xanthan gum* 0,5 %: 2,155.1 cm³, 1 %: 1,851.8 cm³ dan 2%: 1,770,4 cm³).

Menurut Agustin (2011), hidrokoloid (*guar gum*) dengan konsentrasi lebih tinggi (1%) memiliki kemampuan lebih besar untuk berinteraksi dengan amilopektin dibandingkan dengan hidrokoloid (*guar gum*) konsentrasi rendah (0,5%) terhadap suspensi tepung sukun.

Menurut Anjarsari dan Hartajanie (2010), senyawa hidrokoloid yang digunakan penelitiannya dalam pembuatan roti manis adalah *xanthan gum*, *guar gum*, dan Hidroksi Propil Metil Selulosa (HPMC), masing-masing dengan konsentrasi 1%; 1,5%; dan 2%. Pada tiap jenis konsentrasi hidrokoloid yang digunakan, masing-masing ditambahkan enzim dengan konsentrasi 0,25%; 0,50%; dan 0,75%. HPMC mempunyai kemampuan untuk membentuk struktur *crumb* yang menyerupai gluten pada tepung terigu bila dibandingkan dengan *xanthan gum* dan *guar gum*.

Menurut Sukamto, (2010), peran *xanthan gum* dapat mengatur distribusi air dan mencegah sineresis sehingga struktur adonan membentuk pori-pori yang lebih merata. Namun demikian penambahan *xanthan gum* yang terlalu tinggi justru

akan menghambat perkembangan roti pada saat pemanggangan sehingga tekstur yang dihasilkan terlalu keras.

Menurut Gimeno et al., (2004), *xanthan gum* merupakan serat terlarut sehingga membuat rasa nyaman dimulut saat roti dikonsumsi. *Xanthan gum* memperbaiki retensi air didalam adonan *cake* dan memperbaiki kualitas penampilan.

Menurut William dan Phillips, (2000), *xanthan gum* memiliki sifat mampu menambah kelembutan tekstur, penggunaan *xanthan gum* menghasilkan struktur *crumb* yang baik, yang tidak berbeda jauh dengan tepung terigu.

Menurut Kohajdova et al., (2009), *xanthan gum* mampu meningkatkan volume spesifik, namun dengan penggunaan yang optimal dan konsentrasi yang sesuai.

Menurut Widija dkk., (2016), penambahan konsentrasi hidrokoloid (1%, 2%, dan 3%), pada *cake* beras rendah lemak mengakibatkan penurunan pada kadar air, hal ini disebabkan kemampuan hidrokoloid untuk mempertahankan air selama proses pemanggangan. Hidrokoloid dalam hal ini Na-CMC dan *xanthan gum* memiliki gugus hidrofilik dalam jumlah banyak sehingga mampu mengikat air bebas yang ada pada *cake* beras rendah lemak.

Menurut Widija dkk, (2016), volume *cake* beras rendah lemak cenderung meningkat dengan bertambahnya konsentrasi Na-CMC dan *xanthan gum*. Peningkatan konsentrasi hidrokoloid dapat meningkatkan viskositas adonan karena kemampuannya untuk mengikat air bebas. Peningkatan viskositas adonan akan meningkatkan volume *cake* beras rendah lemak karena udara yang

terperangkap selama proses pengocokan tidak mudah lepas. Udara yang terperangkap tersebut akan memuai dan mendesak dinding matriks gel saat pemanggangan sehingga volume *cake* beras rendah lemak meningkat.

Menurut Widija dkk, (2016), konsentrasi Na-CMC dan *xanthan gum* memberikan pengaruh nyata terhadap *hardness*, *cohesiveness*, *gumminess*, dan *chewiness* *cake* beras rendah lemak, tetapi tidak memberikan pengaruh nyata terhadap *springiness* *cake* beras rendah lemak. Semakin tinggi konsentrasi hidrokoloid makin kokoh. Hal ini menyebabkan nilai *hardness*, *gumminess*, dan *chewiness* semakin tinggi seiring penambahan konsentrasi hidrokoloid. Peningkatan konsentrasi hidrokoloid menyebabkan pori-pori *cake* yang makin tidak seragam. Peningkatan volume dan penurunan keseragaman pori *cake* inilah yang menyebabkan kerapatan struktur *cake* berkurang sehingga menghasilkan nilai *cohesiveness* yang semakin menurun.

Menurut Widija dkk, (2016), peningkatan konsentrasi Na-CMC dan *xanthan gum* dapat meningkatkan kesukaan panelis terhadap kesukaan kemudahan dikunyah, kelembutan, rasa dan moistness *cake* beras rendah lemak, juga menunjukkan kesukaan keseragaman pori *cake* beras rendah lemak makin menurun dengan meningkatnya konsentrasi hidrokoloid.

Menurut Lazaridou et al, (2007). CMC merupakan salah satu jenis hidrokoloid yang mampu memperbaiki kualitas roti bebas gluten. Dengan kemampuannya menyerap air, CMC mampu membentuk jaringan yang dapat menyatukan komponen adonan roti bebas gluten. CMC mampu meningkatkan volume roti dan memberikan nilai yang baik pada porositas dan elastisitas crumb.

1.6 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, hipotesis yang dapat diambil yaitu diduga:

1. Jenis hidrokoloid (*Xanthan gum*, *Guar gum*, dan *Carboxymethyl Cellulose*) berpengaruh terhadap karakteristik *muffin gluten free* yang dihasilkan.
2. Konsentrasi hidrokoloid (*Xanthan gum*, *Guar gum*, dan *Carboxymethyl Cellulose*) berpengaruh terhadap karakteristik *muffin gluten free* yang dihasilkan.
3. Interaksi jenis dan konsentrasi hidrokoloid berpengaruh *muffin gluten free* yang dihasilkan.

1.7 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018 hingga Desember 2018, bertempat di Laboratorium Penelitian Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan yang beralamat di Jl. Setiabudhi No. 193, Bandung dan di Laboratorium Pengujian Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjajaran yang beralamat di Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21, Hegarmanah, Jatinangor, Kabupaten Sumedang.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, S. 2012. **Pengaruh CaCl_2 Terhadap Karakteristik Gelatinisasi Campuran Tepung Sukun dan Hidrokolid (Gum Guar dan Tepung Iles-Iles)**. Laboratorium Pengolahan Pasca Panen, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Mulawarman. *Jurnal Teknologi Pertanian* 7(2): 50-54.
- Ambarini. 2003. **Seri Makanan Favorit *Muffin***. PT. Gramedia Pustaka Utama , Jakarta.
- Amendola, J. Dan Riss, N. 2003. ***Understanding Baking: The Art and Science of Baking Third Edition***. John Wiley and Sons, Inc. Hoboke.
- Anggraeni, M.C., Nurwantoro, Abduh, S.B.M. 2017. **Sifat Fisikokimia Roti Yang Dibuat Dengan Bahan Dasar Tepung Terigu Yang Ditambah Berbagai Jenis Gula**. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 6(1) .
- Anjarsari, R., dan Hartajanie, L. 2010. **Peningkatan Kualitas Roti Non Terigu Berbasis Tepung Ubi Kayu (*Manihot Utilissima*) menggunakan Hidrokolid dan Enzim**. Program Studi Magister Teknologi Pangan, Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang.
- Antara, N.S., Wartini, M. 2015. **Senyawa Aroma dan Cita Rasa**. Fakultas Pertanian. Universitas Udayana, Bali.
- AOAC. 2010. ***Official Methods of Analysis : 18th ed (3 revision)***. AOAC International : Gaithersburg, MD, USA.
- Arendt, E.K., dan Bello, F.D. 2008. ***Gluten-Free Cereal Products and Beverages***. Academic Press, London.
- Arista, Yessi. 2012. **Pengaruh Variasi Substitusi Tepung Sukun (*Artocarpus atilis Fosberg*) Terhadap Viskositas Adonan dan Tingkat Pengembangan Pada Kue *Muffin***. Program Studi D III Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Astawan, M. 2009. **Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-Bijian**. Penebar Swadaya, Jakarta.

- Baedhowie. 1983. **Petunjuk Praktek Pengawasan Mutu Hasil Pertanian. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.**
- Benson, R.C. 1988. *Muffins. Prosiding Annual Meeting of the American Society of Rerotian Engineers.* Chicago, USA. hal 92-102.
- BSN. 1995. **Roti Manis** . SNI-01-0222-1995, Standar Nasional Indonesia, Jakarta.
- Buckle, K.A., Edward, R.A., Fleet, G.H., Wootton. 2007. **Ilmu Pangan.** Edisi ke-4. Terjemahan : Hari Purnomo dan Adiono. UI-Press, Jakarta.
- Budoyo, E.A.S., Suseno, T.I.P., Widjaja, A.I. 2014. **Substitusi Terigu dengan Tepung Labu Kuning terhadap Sifat Fisik dan Organoleptik Muffin.** Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya
- Codex Alimentarius Commision. 1995. *Codex Standar for Sorghum Flour 173-1989.* http://codex_stan_173-1989.cac.co.us. Diakses : 28 Juli 2018.
- DepKes RI. 1992. **Daftar Komposisi Bahan Makanan.** Bharata, Jakarta.
- Dettellier, R.M.A.C. 2013. *Preparation and Characterization of Guar-Montmorillonite Nanocomposites, Materials.* Volume 6, pp.5199-5216
- Deviwings. 2008. **CMC.** <http://quencawings.ac.id>. Diakses : 1 November 2018
- Direktorat Budidaya Serealia. 2013. **Kebijakan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan dalam Pengembangan Komoditas Jagung, Sorgum dan Gandum.** Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Kementan RI, Jakarta.
- Faozan, T.N.A. 2018. **Pengaruh Perbandingan Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) dengan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L Moench*) Terhadap Mutu Cookies *Gluten Free*.** Teknologi Pangan. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan, Bandung.
- FAO . 2014. **Guar Gum.** <http://www.fao.org>. Diakses : 30 Agustus 2018
- FAO . 2016. **Xanthan Gum.** <http://www.fao.org>. Diakses : 30 Agustus 2018
- FAO.2018. **Guar Gum.** <http://www.fao.org>. Diakses : 27 Oktober 2018
- Fardiaz, D. 1989.**Hidrokoloid** . Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor. Laboratorium Kimia dan Kimia pangan, Bogor

- Faridah, A. 2008. **Patiseri Jilid I Bahan Ajar Sekolah Menengah Kejuruan**. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Fellow, P.J. 1988. *Food Processing Technology Principle and Practice*. Ellis Horwood, New York.
- Fennema, O. R. 1996. *Food Chemistry Third Edition*. Marcel Dekker Inc, New York.
- Gaspersz, V. 1995. **Teknik Analisis dalam Percobaan**. Tarsito, Bandung.
- Gimeno, E. Moraru, C.I., Kokini, L. 2004. *Effect of Xanthan Gum and CMC on the Structure and Texture of Corn Flour Pellets Expanded by Microwave Heating*. J. Cer. Chem. : 81 (1) : 100-1007.
- Gracia O.F., Santos, V.S., Casas, J.A., Gomez, E. 2000. *Xanthan gum : production recovery , and properties* .J. Microbiol .Biotech . Advances 18 (2000) 549+-579, Madrid.
- Gupta, A.P., dan Arora, G. (2011). *Preparation and Characterization of Guar Gum Polyvinly Alcohol Blend Films*. *Journal of Material Science and Engineering B1*: 28-33.
- Hanani, N.S. 2015. **Eksperimen Pembuatan Muffin Bahan Dasar Tepung Terigu Substitusi Tepung Ganyong**. Jurusan Pendidikan Kesejahteraan Keluarga, Fakultas Teknik, Universitas Semarang, Semarang.
- Hartono, S., Hariyadi, P., Purnomo, E.H. 2012. **Optimasi Formula dan Proses Pembuatan Muffin Berbasis Substitusi Tepung Komposit Jagung dan Ubi Jalar Kuning**.Jurusan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hulse, J. H., Laing, E. M., Pearson, O. E. 1980. *Sorghum and the Millets : Their Composition and Nutritive Value*. Academic Press, Ottawa.
- Irwan, A.W., Wahyudin, A., Susilawati, R., Nurmala, T. (2005). **Interaksi Jarak Tanam dan Jenis Pupuk Kandang Terhadap Komponen Hasil dan Kadar Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L Moench*) Pada Inseptisol di Jatinangor MH 2004**. Jurnal Budidaya Tanaman-ISSN 1412-4718 Kultivasi.
- Jonathan, A.A.T., Trisnawati, C.Y., Sutedja, A.M. (2016). **Pengurangan Kuning Telur Pada Beberapa Konsentrasi Gum Xanthan Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Cake Beras Rendah Lemak**. Jurnal Agroteknologi Vol. 10 No.01.

- Joye, I.J., Lagrain, B and Delcour, J.A. 2009. *Use Of Chemical Redox Agents and Exogenous Enzymes To Modify The Protein Network During Breadmaking*; A Review. *J. Cereal Sci.* 50:11-21.
- Kartika, B. 1988. **Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan**. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Kamal, N. 2010. **Pengaruh Bahan Aditif CMC (Carboxy Methyl Cellulose) terhadap beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa**. *Jurnal Teknologi* Vol 1. Edisi 17, Periode Juli-Desember 2010 (78-84).
- Kobayashi, H. 2012. *Guar Gum : a versatile industrial plant polymer*. *Advanced Material Letters*: 3: 265.
- Kohajdova, Z., Karovicova, J., dan Chmidt, S. 2009. *Significance of Emulsifiers and Hydrocolloids in Bakery Industry*. *Acta Chimica Slovaca*, Vol 2, No 1, 2009, 46-61.
- Koswara, S. 2009. **Produk Pasta Beraneka Bentuk dan Rupa**. **eBookPangan.com. 7 hal.** <http://www.pdfio.net/k-443327.html>. Diakses : 28 Juli 2018
- Kotelnikov, A.D., dan Zabusky, N. J. 2000. **Ideal Fluid**. *Journal* 60(1), 389-394
- Kuncoro, H. 2009. **Pemanfaatan CaCl₂ Terhadap Berbagai Jenis Pangan Nasional**. Swadaya Sejahtera Jakarta. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknologi Pangan*, Vol 6(1).
- Kuswardani, I., Trisnawati, Y.C.H., Faustine. 2008. **Kajian Penggunaan Xanthan Gum pada Roti Tawar Non Gluten yang Terbuat dari Maizena, Tepung Beras dan Tapioka**. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*. Vol. 7. No.1. April 2008.
- Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M., Belc, N., dan Biliaderis, C.G. 2007. *Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulation*. *Journal of Food Engineering* 79 : 1033-1047.
- Matz, S.A. 1972. *Bakery Technology and Engineering. Second Edition*. The AVI Publishing Company. Westport. Connecticut.
- Matz, S.A dan Matz, T.D. 1978. *Cookies and Crackers Technology*. The AVI Publishing Co. Inc. Texas.
- McWilliams D.L. 2010. *Introduction to Root Cause Analysis*. West Lafayette : Departement of Industrial Tecnology College of Technology Purdue University.

- McWilliams, M. 2011. *Foods: Experimental Perspectives, 7th Edition*. Upper Saddle River, N.J, Prentice Hall.
- McWilliams, M. 2001. *Foods: Experimental Perspectives, 4th Edition*. Upper Saddle River, N.J, Prentice Hall.
- Mechant. (2006). *Stabilizer Bleds and Their Importance in Ice Cream Industry*. A-Review New Zealand Food Magazine. <http://www.lucidgroup.com/knowledge-center/stabilizer.pdf>. Diakses 1 Januari 2019.
- Nurani, S., dan Yowono, S.S. 2014. **Pemanfaatan tepung kimpul (*xanthosoma sagittifoli*) sebagai bahan baku cookies (kajian proporsi tepung dan penambahan margarin)**. Jurnal Pangan dan agroindustri vol. 2 No 2 p.50-58 . Jurusan Teknologi Hasi Pertanian Universitas Brawijaya Malang , Malang.
- Palennari, M. dan Rante, H. 2009. **Kajian pembentukan gum xanthan dari limbah padat sago oleh *Xanthomonas campestris* (Analysis of xanthan gum forming from sago solid waste by *Xanthomonas campestris*)**. Bionature. 10(1) : 24-28.
- Potter, N. 1980. *Food Science*. Westport: The AVI Publishing Company Inc
- Prihandana, R., dan Hendroko, R. 2008. **Energi Hijau** . Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rahmi, E. 2004. **Pengaruh Perubahan Suhu Oven terhadap Mutu Produk Biskuit Kelapa di PT. Mayora Indah**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rosell, C.M., Rojas, J.A., Benedito de Barber, C. 2001. *Influence of Hydrocolloid on dough rheology and bread quality*. Food Hydrocolloids. 15(1), 75-81.
- Sakendatu, C., Rawung, D., Mandey, L. 2010. **Pengaruh Penggunaan CMC (Carboxymethyl Cellulose) Terhadap Sifat Organoleptik Kue Pia Gorontalo Dengan Bahan Baku Tepung Jagung**. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Universitas Sam Ratulangi, Sulawesi .
- Salim, A.S. 2017. **Skripsi Pengaruh Perbandingan Tepung Kimpul dan Tepung Terigu Pada Pembuatan Roti Manis**. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Lampung.

- Sari, I.D. 2009. **Nutrisi pada Pasien Autis**. Medical Departement, PT Kalbe Farma, Jakarta
- Sari, S.C. 2016. **Perbandingan Tepung Sorgum, Tepung Sukun, dengan Kacang Tanah dan Jenis Gula Terhadap Karakteristik Snack Bar**. Tugas Akhir FT UNPAS. Bandung: Tidak diterbitkan.
- Sasaki, T. 2017. *Effect of xanthan and guar gums on starch digestibility and texture of rice flour blend bread*. Cereal Chem. 2017;95:177-184.
- Shittu, T.A., Aminu, R.A., Abulude, O. 2009. *Functional Effects of Xanthan Gum or Composites Cassava- Wheat Dough and Bread*. *Food Hydrocolloids*, vol. 23, No. 8, pp. 2254-2260.
- Smith, J. S. and Hui, H.Y. 2004. *Food Processing Principles and Applications*. Blackwell Publishing. 493 hlm.
- Suarni. 2001. **Tepung Komposit Sorgum , Jagung, dan Beras Untuk Pembuatan Kue Basah (cake)**. Risalah Penelitian Jagung dan Serealia Lain. Penelitian Tanaman Jagung dan Serealia, Maros. Vol 6.
- Suarni, R., dan Patong. 2002. **Tepung Sorgum Sebagai Bahan Substitusi Terigu**. *Jurnal Penelitian Pertanian* Vol 21(1):43-47
- Suarni. 2004. **Pemanfaatan Tepung Sorgum untuk Produk Olahan**. *Jurnal Litbang Pertanian*, Makassar.
- Suarni dan Firmansyah ,I.U. 2005. **Potensi Sorgum Varietas Unggul Sebagai Bahan Pangan untuk Menunjang Agroindustri**. Prosiding Lokakarya Nasional BPTP Lampung, Universitas Lampung. Bandar Lampung. p. 541-546.
- Suarni. 2012. **Potensi Sorgum Sebagai Bahan Pangan Fungsional**. *Balai Penelitian Tanaman Serealia*. *Jurnal IPTEK Tanaman Pangan* Vol 7. No.1.
- Suarni dan Firmansyah, I.U. 2013. **Struktur, Komposisi, Nutrisi, dan Teknologi Pengolahan Sorgum**. Balai Penelitian Tanaman Serealia. IAARD-Press, Jakarta.
- Suarni dan Firmansyah ,I.U. 2016. **Struktur, Komposisi Nutrisi, dan Teknologi Pengolahan Sorgum**. Balai Penelitian Serealia, Sulawesi.
- Suarni, (2016). **Peranan Sifat Fisikokimia Sorgum Dalam Diversifikasi Pangan dan Industri Serta Prospek Pengembangannya**. *Jurnal Litbang Pertanian* Vol. 35, No. 3 September 2016:99-110.

- Sugiyono. 2004. **Kimia Pangan**. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sukamto. 2010. **Perbaikan tekstur dan sifat organoleptik roti yang dibuat dari bahan baku tepung jagung dimodifikasi oleh gum xanthan**. *Agrika* 4 (1): 54-59.
- Sulistianing, R. 1995. **Pembuatan dan Optimalisasi Formula Roti Tawar dan Roti Manis Skala Kecil**. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sunarti, T.C., Nunome, T., Hisamatsu, M. 2002. *Study on Outer Chains from Amylopectin between Immobilized and Free Debranching Enzymes*. *J. Appl. Glycosci.* 48.(1) : 1- 10.
- Surono, D. I., Nurali., E.J.N., Moningka, J.S.C. 2016. **Kualitas Fisik dan Sensoris Roti Tawar Bebas Gluten Bebas Kasein Berbahan Dasar Tepung Komposit Pisang Goroho (*Musa acuminata L*)**. *Jurnal Ilmiah Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi, Sulawesi*.
- Syarief, R dan Halid, H. 1993. **Teknologi Penyimpanan Pangan**. Arcan. Jakarta
- Tethool, E.F., dan Dewi, A.M.P. 2017. **Pengaruh Konsentrasi Xanthan Gum Terhadap Sifat Fisikomia Tepung Komposit dan Roti yang dihasilkan dari Ubi Jalar dan Sagu**. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua, Papua.
- Tranggono, dan Sutardi.1989. **Bahan Tambahan Makanan**. Pusat Antar Universitas . Pangan dan Gizi. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- USDA. 2008. *Classification for Kingdom Plantae Down to Species Sorghum bicolor (L) Moenh*. Didapat dari : www.plants.usda.go.
- Yananta, A.P. 2003. **Perbaikan Proses Produksi Tepung Umbi Minor**. Skripsi Instirut Pertanian Bogor, Bogor.
- Widija, S.L.N., Trisnawati, C.Y., Widjajaseputra, A.I. 2016. **Penggunaan Na-CMC dan gum xanthan untuk memperbaiki cake beras rendah lemak**. *Teknologi Pertanian Universitas Katolik Widya Mandala, Surabaya*.
- Wikipedia.2018.**Gambar Muffin**. <https://en.m.wikipedia.org/wiki/muffin>.Diakses 27 Oktober 2018.
- William, P.A. dan Phillips, G.O. 2000. *Introduction to Hydrocolloids*. p.1-18.CRC Press, New York.

- Willyard, M. 2000. *Muffin true technology*. Technical Bulletin. American Institute of Baking 22(10):16.
- Winarno, F.G. 2000. **Potensi dan Peran Tepung-tepungan bagi Industri Pangan dan Program Perbaikan Gizi. Makalah pada Seminar Nasional Interaktif Penganekaragaman Makanan untuk Memantapkan Ketersediaan Pangan.** Jakarta. Diakses pada tanggal 27 Juli 2018.
- Winarno, F.G. 2002. **Potensi dan Peran Tepung-Tepungan Bagi Industri Pangan dan Program Perbaikan Gizi. Makalah Pada Seminar Nasional Interaktif Penganekaragaman Makanan Untuk Ketersediaan pangan.** Jakarta. Diakses 20 Januari, 2019.
- Winarno, F.G. 2004. **Kimia Pangan dan Gizi.** Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Wiyono, R. 2006. **Studi pembuatan Serbuk *Effervescent* Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*) kajian suhu pengering, konsentrasi dekstrin, konsentrasi asam sitrat dan Na-bikarbonat.** Skripsi. Universitas Andalas, Padang.
- Zuhra, C.F. 2006. **Karya Ilmiah Flavor (Cita Rasa).** Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Sumatera.