

I. PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

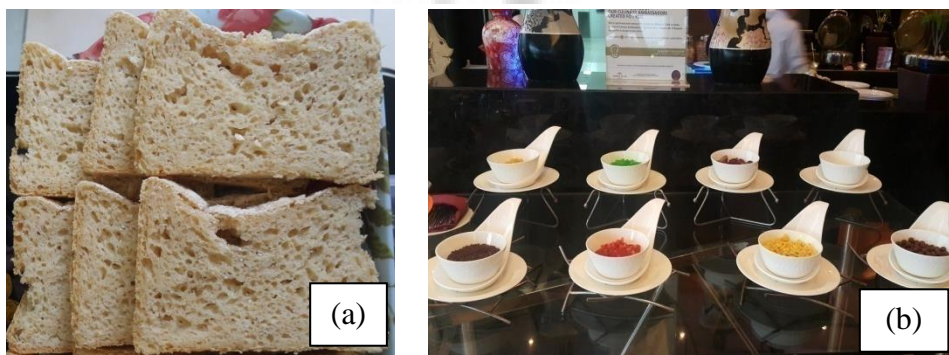
Roti bebas gluten berbeda dengan roti pada umumnya karena bahan utama yang digunakan adalah tepung yang tidak mengandung gluten. Contoh tepung yang bebas gluten adalah tepung beras, jagung, kedelai, *Modified Cassava Flour* (MOCAF), dan kentang. Roti bebas gluten tersebut dikonsumsi oleh penderita *celiac disease*. Beberapa studi menunjukkan bahwa *celiac disease* merupakan intoleransi terhadap fraksi gliadin pada gandum dan prolamin lainnya, seperti *rye* (*secalin*), *barley* (*hordein*), dan *oats* (*avenin*). Reaksi pencernaan gluten pada penderita *celiac disease* adalah inflamasi usus halus yang akan menyebabkan malabsorpsi dari beberapa nutrisi penting. Berdasarkan penelitian, sekitar 1% dari populasi dunia mengalami penyakit *celiac disease* dan satu-satunya jalan yang dapat dilakukan adalah *treatment* yang ketat dan konstan untuk membatasi makanan yang mengandung gluten (Feighery, 1999 dalam Man *et al*, 2014).

Untuk memenuhi permintaan konsumen bebas gluten, perusahaan berusaha untuk menghasilkan produk roti bebas gluten dengan kualitas yang tinggi dan memiliki karakteristik yang hampir sama dengan roti yang terbuat dari tepung terigu (Moore *et al*, 2004 dalam Mugah *et al.*, 2016). Membuat roti yang memiliki karakteristik hampir sama dengan roti tepung terigu tanpa adanya gluten merupakan tantangan teknologi. Roti bebas gluten berhubungan dengan produk berkualitas rendah karena memiliki kenampakan remah (*crumb*) roti yang kering dan mudah hancur, *mouthfeel* yang buruk, dan lebih cepat mengalami proses *staling*. Adonan bebas gluten tidak memiliki kemampuan untuk membentuk jaringan protein dengan sifat yang mirip jaringan gluten. Oleh sebab itu penggantian jaringan gluten dalam roti bebas gluten menjadi tujuan utama dalam mengembangkan produk baru (Huttner dan Arendt, 2010 dalam Mugah *et al.*, 2016). Produk-produk dari gandum, *rye*, *barley*, dan *oat* harus digantikan dengan jagung, beras, kedelai, millet campuran dari jagung, beras, dan kentang (Ahmed *et al.*, 2012 dalam Man *et al*, 2014).

Beras merupakan salah satu pilihan untuk membuat produk-produk bebas gluten. Hal ini dikarenakan beras memiliki protein yang bebas dari enzim inhibitor (enzim yang

menghambat penyerapan nutrien), warnanya putih, dan memiliki sifat hipoalergi (Neumann dan Bruemmer, 1997 dalam Selmo dan Salas Mellado, 2014). Selain itu, beras juga tinggi protein dan karbohidrat yang mudah untuk dicerna, tetapi rendah natrium dan lemak. Adonan yang dibuat dari tepung beras memiliki keterbatasan dalam menahan gas yang terbentuk selama proses pembuatan roti. Hal ini disebabkan karena roti yang dihasilkan tidak memiliki sifat viskoelastis sehingga volume pengembangan roti tidak terlalu tinggi (Rosell dan Marco, 2008 dalam Selmo dan Salas Mellado, 2014). Tepung beras sudah digunakan dalam pembuatan produk *bakery* bebas gluten, seperti roti, *cake*, yang secara tradisional dibuat dengan bahan dasar tepung gandum (Cato *et al.*, 2004 dalam Man *et al.*, 2014).

Roti tawar bebas gluten merupakan salah satu produk yang disajikan saat sarapan di beberapa hotel, salah satunya adalah Hotel Crowne Plaza Semarang sebagai tempat magang penulis melakukan tugas akhir ini (Gambar 1a). Roti ini disajikan bersama jenis roti tawar lainnya, seperti *white toast*, *brown toast*, *pandan toast*, *bouquette*, dan *whole wheat bread*. Roti tawar tersebut ditambah dengan berbagai kondimen seperti mentega, *butter*, dan selai sesuai dengan selera (Gambar 1b). Setiap hari roti bebas gluten yang disajikan sebanyak 2 *loaf* dan sebagian besar dikonsumsi oleh tamu dari luar negeri. Akan tetapi tekstur dari roti bebas gluten tersebut cukup keras dan mudah patah. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk memperbaiki tekstur dan volume pengembangan roti bebas gluten tersebut dengan substitusi tepung beras pada berbagai konsentrasi karena kandungan pati yang tinggi dalam tepung beras dapat melunakan tekstur dan meningkatkan volume pengembangan roti bebas gluten.



Gambar 1. Roti Bebas Gluten (a) dan Kondimen (b) di Crowne Plaza Hotel Semarang

1.2. Tinjauan Pustaka

1.2.1. Gluten

Glutenin dan gliadin adalah dua fraksi utama dari gluten (Abbasi *et al.*, 2012 dalam Meybodi *et al.*, 2015). Glutenin dibutuhkan untuk membuat struktur menjadi elastis dan konsisten pada adonan, sedangkan gliadin berkontribusi terhadap viskositas dan kerenggangan adonan (Abbasi *et al.*, 2015 dalam Meybodi *et al.*, 2015). Kandungan protein dapat ditemukan pada produk-produk sereal, seperti gandum, oat, rye, dan barley (Lovis, 2003 dalam Man *et al.*, 2014). Gluten dari tepung gandum berkontribusi terhadap sifat viskoelastis dari produk yang dipanggang (*bakery*). Selama proses fermentasi, sifat elastis dibutuhkan untuk menahan tekanan gas yang terbentuk dalam adonan, sehingga menyebabkan adanya peningkatan volume dari roti (Goesaert *et al.*, 2005 dalam Selmo dan Salas Mellado, 2014). Jaringan gluten adalah kunci dari struktur yang dapat memerangkap gas, mendapatkan volume yang diinginkan, dan berkontribusi terhadap tekstur adonan roti (Abbasi *et al.*, 2012 dalam Meybodi *et al.*, 2015). Hal ini penting tidak hanya untuk penampilan roti, akan tetapi juga untuk pembentukan struktur sistem adonan (Gallagher *et al.*, 2004 dalam Meybodi *et al.*, 2015). Orang-orang yang mengidap *celiac disease* tidak dapat mengkonsumsi beberapa produk yang dijual di pasar, termasuk roti, produk-produk yang dipanggang, dan produk pangan lainnya yang dibuat dari tepung gandum (Lovis, 2003 dalam Man *et al.*, 2014).

1.2.2. Roti Bebas Gluten

Roti bebas gluten dapat menjadi sumber energi bagi penderita *celiac disease* yang secara permanen intoleran terhadap gliadin dan protein yang hampir sama lainnya yang terkandung dalam diet berbahan dasar terigu, oat, dan barley (Polanco *et al.*, 1995 dalam Clerici *et al.*, 2009). Roti bebas gluten tidak menunjukkan karakteristik yang sama dengan roti dari tepung terigu dalam hal volume pengembangan dan tekstur (Clerici & El-Dash, 2006 dalam Clerici *et al.*, 2009). Ketika tepung bebas gluten dicampur dan menjadi adonan, tidak membentuk struktur adonan sehingga tidak berhasil menghasilkan produk roti dengan kualitas yang baik (Ranhotra *et al.*, 1975 dalam Clerici *et al.*, 2009). Salah satu karakteristik utama roti bebas gluten adalah kaku dan remah (*crumb*) roti yang lengket (Ylimaki *et al.*, 1988 dalam Clerici *et al.*, 2009).

Berdasarkan produk-produk sereal, yang sebagian berupa roti merupakan komponen utama dalam diet pada beberapa negara sehingga banyak negara yang sudah membuat produk roti bebas gluten dengan kualitas yang masih tergolong kurang baik. Roti bebas gluten yang ada masih memiliki volume spesifik yang rendah, *crumb* roti yang kurang lembut, dan laju proses *staling* yang tinggi jika dibandingkan dengan roti yang mengandung gluten (Arendt *et al.*, 2007 dalam Meybodi *et al.*, 2015). Macam-macam dari komponen non-gluten dihubungkan dengan roti bebas gluten untuk memperbaiki struktur dari roti. Beberapa menggunakan tiruan jaringan gluten dan meningkatkan kualitas nutrisi roti bebas gluten (Mariotti *et al.*, 2009 dalam Meybodi *et al.*, 2015).

Banyak penelitian yang mencoba menggunakan bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas roti bebas gluten, seperti *gums*, *emulsifier*, tepung yang digelatinisasi atau pati (Clerici dan El-Dash, 2006 dalam Clerici *et al.*, 2009) atau dengan menggunakan *gum* dan enzim untuk menguatkan jaringan protein beras (Lorenz dan Jansen, 1980 dalam Clerici *et al.*, 2009). Hal ini memungkinkan untuk adanya pembentukan ikatan hidrogen. Beras yang tergelatinisasi memiliki kemampuan untuk membentuk jaringan tiga dimensi yang dapat mempertahankan gas dan mengembang selama fermentasi dan pemanggangan roti bebas gluten (El-Dash, 1991 dalam Clerici *et al.*, 2009).

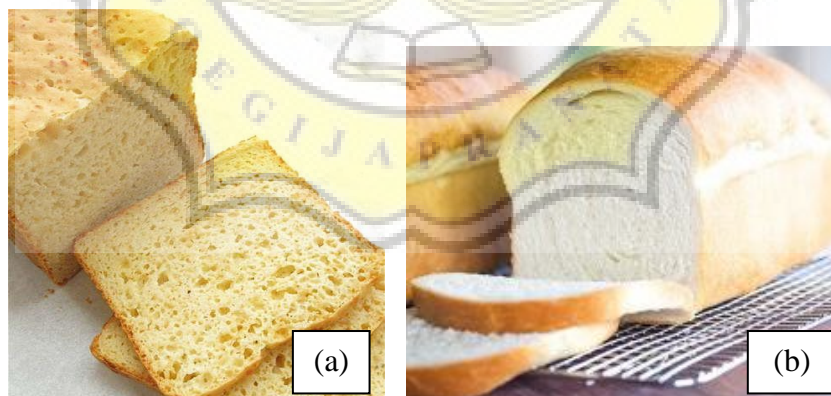
1.2.3. Kandungan Gizi Roti Bebas Gluten

Perbandingan kandungan nutrisi menurut *United States Department of Agriculture* (USDA) mengenai roti bebas gluten yang dibuat dengan tepung beras, pati jagung, dan tapioka dengan roti bebas gluten yang dibuat dengan menggunakan ekstrak kentang, pati beras, dan tepung beras dapat dilihat pada Tabel 1. Kandungan nutrisi tersebut ditampilkan dalam dua ukuran yang siap disajikan yaitu dalam 100 gram dan per potong seberat 35 g.

Dapat dilihat pada Tabel 1 di atas bahwa sebagian besar kalori dalam roti bebas gluten dalam bentuk karbohidrat. Kandungan serat pada roti bebas gluten dapat menurunkan kadar kolesterol dalam darah dan mengurangi resiko penyakit jantung serta obesitas. Kandungan protein dan lemak dibutuhkan oleh tubuh untuk kesehatan. Protein penting untuk memperbaiki jaringan yang rusak dan system kekebalan tubuh/imun, sedangkan

lemak berfungsi untuk menyediakan energi dan membantu dalam penyerapan vitamin larut lemak. Mengonsumsi natrium yang terlalu banyak tidak disarankan karena akan meningkatkan resiko naiknya tekanan dalam darah. Saran yang dianjurkan untuk mengonsumsi natrium adalah sebanyak 2.300 mg/hari atau 1.500 mg/hari bagi penderita tekanan darah tinggi. *Iron* membantu produksi hemoglobin dan membawa oksigen dalam tubuh, sedangkan kalsium akan membantu dalam kesehatan gigi dan tulang.

Mutu roti tawar ditentukan berdasarkan dua kriteria, yaitu bagian dalam dan luar. Kriteria bagian luar meliputi volume, warna kulit, bentuk simetri, dan karakteristik kulit. Pada kriteria bagian dalam meliputi porositas, warna daging, dan sifat tekstural roti. Umumnya kriteria yang lebih banyak diperhatikan dalam penelitian adalah volume, porositas, dan sifat tekstural yang dipengaruhi oleh keseimbangan antara kemampuan adonan dalam pembentukan gas dan penahanan gas selama fermentasi dan pemanggangan. Berdasarkan standar SNI No.01-3840-1995 dijelaskan bahwa syarat mutu roti tawar memiliki kadar air maksimal sebesar 40%, kadar abu maksimal 1%, dengan kenampakan fisik normal dan tidak berjamur, bau dan rasa yang normal. Kenampakan roti bebas gluten dan roti tawar dengan gluten dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kenampakan Roti Bebas Gluten (a) dan Roti Tawar dengan Gluten (b)

Sumber : <https://www.google.co.id>

Tabel 1. Kandungan Nutrisi pada roti bebas gluten

| Nutrisi | Satuan | <i>Bread, Gluten Free Bread, White, Made with Rice flour, Corn Starch, and/or Tapioca</i> | | <i>Bread, Gluten Free, White, Made with Potato Extract, Rice Starch, and Rice Flour</i> | |
|---------------------------------------|--------|---|------------------|---|------------------|
| | | Per 100g | Per slice 35g | Per 100g | Per slice 35g |
| Proksimat | | | | | |
| Air | g | 42,99 | 15,05 | 31,67 | 10,77 |
| Energi | kkal | 248 | 87 | 320 | 109 |
| Protein | g | 4,31 | 1,51 | 3,13 | 1,06 |
| Total Lemak | g | 5,24 | 1,83 | 10,70 | 3,64 |
| Karbohidrat | g | 45,78 | 16,02 | 52,83 | 17,96 |
| Serat | g | 4,3 | 1,5 | 3,5 | 1,2 |
| Gula | g | 3,53 | 1,24 | 8,36 | 2,84 |
| Mineral | | | | | |
| Kalsium | mg | 138 | 48 | 24 | 8 |
| Besi | mg | 2,63 | 0,92 | 0,76 | 0,26 |
| Magnesium | mg | 12 | 4 | 11 | 4 |
| Fosfor | mg | 51 | 18 | 37 | 13 |
| Kalium | mg | 75 | 26 | 92 | 31 |
| Natrium | mg | 447 | 156 | 528 | 180 |
| Zinc | mg | 0,48 | 0,17 | 0,26 | 0,09 |
| Vitamin | | | | | |
| Vitamin C | mg | 0,0 | 0,0 | | |
| Tiamin | mg | 0,375 | 0,131 | | |
| Riboflavin | mg | 0,505 | 0,177 | | |
| Niasin | mg | 2,775 | 0,971 | | |
| Vitamin B6 | mg | 0,073 | 0,026 | | |
| Folat | µg | 36 | 13 | | |
| Vitamin B12 | µg | 0,00 | 0,00 | | |
| Vitamin A (RAE) | µg | 0 | 0 | | |
| Vitamin A (IU) | µg | 0 | 0 | | |
| Vitamin E (alfa tokoferol) | µg | 0,60 | 0,21 | | |
| Vitamin D (D2+D3) | µg | 0,0 | 0,0 | | |
| Vitamin D | IU | 0 | 0 | | |
| Vitamin K (filokuinon) | µg | 0,3 | 0,1 | | |
| Lemak | | | | | |
| Asam lemak jenuh | g | 0,977 | 0,342 | 0,339 | 0,115 |
| Asam lemak tidak jenuh tunggal (MUFA) | g | 2,009 | 0,703 | 7,363 | 2,503 |
| Asam lemak tidak jenuh ganda (PUFA) | g | 0,516 | 0,181 | 2,218 | 0,754 |
| Asam lemak trans | g | 0,010 | 0,004 | 0,019 | 0,006 |
| Kolestrol | Mg | 0 | 0 | | |

(Sumber data : *Nutrient Data Laboratory, ARS, USDA National Food and Nutrient Analysis Program Wave 19b*, 2014).

1.2.4. Tepung Komposit Bebas Gluten

Beberapa jenis tepung yang digunakan dalam pembuatan produk bakeri tanpa gluten adalah antara lain tepung campuran jagung dan beras (Lazaridou *et al.*, 2007 dalam Meybodi *et al.*, 2015), tepung jagung dan zein (protein jagung) (Schober *et al.* 2005), serta tepung beras dan buckwheat (Torbica *et al.*, 2010 dalam Meybodi *et al.*, 2015). Beberapa jenis tepung yang pernah digunakan dalam substitusi roti tawar antara lain tepung cempedak, tepung kedelai dan barley, tepung beras yang difermentasi, campuran jagung, isolat buncis, dan tepung Psyllium, serta amaranth (Mariotti *et al.*, 2009 dalam Meybodi *et al.*, 2015), dan tepung oat.

Protein kedelai dan tepung kedelai digunakan untuk fortifikasi dalam produk *bakery* untuk meningkatkan kualitas protein dan sifat mekanis serta umur simpan roti. Tepung bebas gluten (Codex Alimentarius) komersial dilengkapi dengan susu bubuk dengan tingkat persentase yang berbeda dari jumlah tepung, yaitu sebanyak 0%, 3%, 6%, dan 9%. Protein susu tersebut memiliki nilai fungsional yang tinggi dan fleksibilitas sehingga bisa digunakan untuk berbagai produk. Selain itu juga bisa digunakan dalam formula roti bebas gluten untuk meningkatkan penyerapan air sehingga meningkatkan sifat dari adonan. Pemilihan tepung bebas gluten yang digunakan dalam penelitian ini ditentukan dari karakteristik roti yang dihasilkan dari tepung-tepung bebas gluten terhadap karakteristik roti dengan gluten. Contohnya adalah tepung *Modified Cassava Flour* (MOCAF) yang menghasilkan roti bebas gluten dengan tekstur yang terlalu kenyal dan kurang cocok dengan tekstur roti tawar pada umumnya sehingga tepung *Modified Cassava Flour* (MOCAF) lebih disarankan untuk bahan pembuatan mi.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung komposit yang terdiri dari tepung jagung dan kedelai merk “*Komplet*”. Tepung ini digunakan karena merupakan bahan utama dalam pembuatan roti bebas gluten di Crowne Plaza Hotel Semarang sebagai tempat magang penulis untuk melakukan tugas akhir ini. Berdasarkan Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Provinsi DI Yogyakarta diperoleh data mengenai kandungan gizi tepung jagung dan kedelai seperti dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Gizi Tepung Jagung dan Kedelai

| Kandungan gizi | Tepung Jagung | Tepung Kedelai |
|-----------------|---------------|----------------|
| Kalori (kkal) | 355 | 347 |
| Protein (g) | 9,2 | 35,9 |
| Lemak (g) | 3,9 | 20,6 |
| Karbohidrat (g) | 73,3 | 29,9 |
| Kalsium (mg) | 10 | 195 |
| Fosfor (mg) | 256 | 544 |
| Besi (g) | 2,4 | 8,4 |
| Vitamin A (SI) | 0 | 140 |
| Vitamin B1 (mg) | 0,38 | 0,77 |
| Vitamin C (mg) | 0 | 0 |
| Air (g) | 12 | 9 |
| Bahan (%) | 100 | 100 |

Sumber data : Bahan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Provinsi DIY

1.2.5. Tepung Beras

Beras merupakan bahan tidak mengandung gluten. Akan tetapi beras mengandung protein yang diketahui memiliki nilai nutrisi yang baik dan memiliki sifat hipoalergen (Helm dan Burks, 1996 dalam Man *et al.*, 2014). Beras memiliki karakteristik tidak memiliki kemampuan untuk membentuk gluten, memiliki kandungan natrium dan lemak yang rendah, tetapi tinggi akan kandungan protein. Selain itu beras juga mengandung karbohidrat yang mudah dicerna. Oleh karena karakteristik beras itulah banyak penelitian yang menggunakan tepung komposit, salah satunya adalah dari tepung beras. Tepung beras sudah digunakan sebagai bahan dalam pembuatan produk-produk *bakery* yang bebas gluten, seperti roti dan *cake* yang secara tradisional dibuat dengan menggunakan tepung gandum (Cato *et al.*, 2004 dalam Man *et al.*, 2014).

Beras termasuk salah satu pilihan untuk membuat produk-produk bebas gluten. Hal ini disebabkan karena beras tinggi karbohidrat (pati) sehingga dapat meningkatkan penyerapan air sehingga tekstur menjadi lebih lembut dan volume pengembangan meningkat (Neumann dan Bruemmer, 1997 dalam Selmo dan Salas Mellado, 2014). Adonan yang dibuat dari tepung beras memiliki keterbatasan dalam menahan gas yang terbentuk selama proses pembuatan roti. Hal ini disebabkan karena roti yang dihasilkan tidak memiliki sifat viskoelastis sehingga volume pengembangan roti tidak terlalu tinggi (Rosell dan Marco, 2008 dalam Selmo dan Salas Mellado, 2014). Tepung beras sudah digunakan dalam pembuatan produk *bakery* bebas gluten, seperti roti, *cake*, yang secara

tradisional dibuat dengan bahan dasar tepung gandum (Cato *et al.*, 2004 dalam Man *et al.*, 2014). Kandungan pati yang tinggi pada tepung beras dapat menyerap air lebih tinggi sehingga membuat tekstur roti menjadi lebih lembut dan volume pengembangannya semakin tinggi.

Pati merupakan komposisi utama dalam tepung beras yang terdiri dari 2 polimer glukosa yaitu amilosa dan amilopektin (Champagne ET, 1996 dalam Thumrongchote *et al.*, 2012). Kandungan amilosa dalam tepung beras yang sering digunakan untuk mengetahui laju pencernaan pati, kadar glukosa dalam darah, dan respon insulin terhadap beras. Makanan yang banyak mengandung pati kaya akan kandungan amilosa yang berfungsi untuk menurunkan kadar gula dalam darah dan memperlambat waktu pengosongan lambung atau rasa lapar jika dibandingkan dengan kadar amilosa yang rendah (Frei *et al.*, 2003 dalam Mir *et al.*, 2013). Beras memiliki kadar indeks glikemik yang tinggi jika dibandingkan dengan makanan lain yang mengandung pati. Kadar indeks glikemik beras adalah sekitar 54-121 (Jaisut *et al.*, 2008 dalam Mir *et al.*, 2013). Macam-macam kandungan amilosa yang tinggi dalam beras menunjukkan nilai glikemik yang lebih rendah daripada beras dengan amilosa yang rendah (Denardin *et al.*, 2012 dalam Mir *et al.*, 2013). Berdasarkan Badan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Provinsi DI Yogyakarta diperoleh data mengenai kandungan gizi tepung jagung dan kedelai seperti dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Gizi Tepung Beras

| Kandungan gizi | Tepung Beras |
|-----------------|--------------|
| Kalori (kkal) | 364 |
| Protein (g) | 7 |
| Lemak (g) | 0,5 |
| Karbohidrat (g) | 80 |
| Kalsium (mg) | 5 |
| Fosfor (mg) | 140 |
| Besi (g) | 0,8 |
| Vitamin A (SI) | 0 |
| Vitamin B1 (mg) | 0,12 |
| Vitamin C (mg) | 0 |
| Air (g) | 12 |
| Bahan (%) | 100 |

Sumber data : Bahan Ketahanan Pangan dan Penyuluhan Provinsi DIY

1.2.6. Bahan Dasar Dalam Pembuatan Roti Bebas Gluten

1.2.6.1. Air

Air memiliki fungsi sebagai media reaksi antara gluten dan karbohidrat, melarutkan garam, dan membentuk sifat kenyal gluten. Pati dan gluten akan mengembang dengan adanya air. Air yang digunakan sebaiknya memiliki pH antara 6-9. Hal ini disebabkan karena absorpsi air akan meningkat seiring dengan naiknya pH. Air yang digunakan harus air yang memenuhi persyaratan air minum, yaitu tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa (Astawan, 2006 dalam Rachman *et al.*, 2015). Air merupakan *plasticizer* dalam makanan yang paling penting dan peningkatan penyerapan air dalam produk *bakery* dapat menambah kelembutan dan berkurangnya kekerasan roti (Elke dan Bello, 2008 dalam Mohammadi *et al.*, 2013).

Air sangat berhubungan dengan kualitas suatu produk. Kandungan air dalam bahan dibedakan menjadi dua kelompok yaitu air bebas dan air terikat. Air bebas merupakan air yang dapat diekstrak dengan mudah melalui pemerasan, pemotongan, tekanan. Sebaliknya air terikat tidak dapat diekstrak dengan mudah karena air ini berikatan dengan senyawa dalam makanan seperti protein sehingga tidak dapat berperan sebagai pelarut bagi gula dan garam (Hardman, 1989 dalam Gowen, 2012). Nicholls *et al.* (1995) dalam Jakubczyk *et al.* (2008) juga menyatakan bahwa jika kelembaban meningkat melalui penyerapan air dari lingkungan ataupun dari perpindahan senyawa lain, akan menghasilkan produk dengan tekstur yang lembut dan lembab.

1.2.6.2. Telur

Bahan lain yang juga ditambahkan ke dalam adonan roti adalah telur. Telur yang digunakan adalah telur utuh. Menurut Pujimulyani *et al.* (2001) fungsi telur dalam produk pangan adalah sebagai pembentuk buih yang berkontribusi terhadap volume pengembangan. Selain itu juga berfungsi sebagai pembentuk emulsi dan koagulasi. Protein dalam telur memiliki kemampuan untuk membentuk busa atau buih selama pengocokan. Hal tersebut membuat udara masuk ke dalam adonan dan terperangkap di dalamnya sehingga volume putih telur meningkat. Busa yang terbentuk distabilkan dengan penambahan tepung sehingga terbentuk struktur roti. Kuning telur berfungsi

sebagai *emulsifier* yang lebih efektif daripada putih telur. Putih telur memiliki sifat cenderung menggumpal atau terkoagulasi jika dipanaskan pada suhu tertentu.

Telur akan membuat gas yang terbentuk selama proses fermentasi terperangkap di dalam adonan. Terperangkapnya gas dikarenakan adanya protein telur. Protein telur ini akan membentuk busa ketika dikocok dan busa yang dihasilkan akan pecah dengan penambahan tepung sehingga adonan menjadi kental dan akan membentuk struktur roti. Kuning telur berfungsi sebagai pengemulsi, pengempuk, serta dapat menambah *flavor* dan warna pada produk akhir. Putih telur yang dikocok berfungsi untuk memberikan adonan yang ringan dan tekstur yang berongga. Hal ini disebabkan karena kandungan albumin dalam putih telur mengandung lesitin yang merupakan protein yang membentuk garis diluar gelembung udara ketika telur tersebut dikocok sehingga mencegah *collapse* selama pemanggangan. Pada telur utuh yang tidak dikocok, lesitin berfungsi sebagai pengikat. Selain itu telur juga berfungsi sebagai *emulsifier*, pelembut, secara alami sebagai sumber lemak dan asam amino esensial (Czwenohorsky dan Hooker, 2012).

1.2.6.3. *Yeast*

Yeast merupakan mikroskopik dari tanaman bersel satu. *Yeast* yang sering digunakan dalam produk *bakery* khususnya roti adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Kelebihannya sebagai pengembang adalah memberikan rasa dan aroma yang khas dan dapat menahan pelepasan gas supaya fermentasi berlangsung dalam jangka waktu yang lebih lama. Jika penggunaannya berlebihan maka akan menyebabkan kualitas remah roti dan *flavornya* sangat jelek. *Yeast* yang dijual di pasaran ada dua jenis yaitu *compressed yeast* dan *dry yeast*. *Compressed yeast* harus disimpan dalam *freezer*. Selain itu ada *yeast* cair yang biasanya dibuat dari air kentang, gula dan *yeast*. Arlene *et al.* (2009) dalam Hamidah *et al* (2015) menyatakan bahwa pengembangan roti terjadi sebagai akibat dari aktivitas *yeast Saccharomyces cerevisiae* yang melepaskan gas CO₂ selama proses fermentasi dan gas tersebut ditahan di dalam adonan sehingga volume pengembangan roti meningkat.

Kondisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *yeast* adalah hangat dan optimum pada suhu 25-30°C, kelembaban dan makanan (pati dan sedikit gula). Ketika *yeast* ditambahkan dalam adonan, *yeast* akan mulai untuk mengubah pati dalam adonan menjadi bentuk gula, alkohol, dan karbondioksida. Gelembung-gelembung gas CO₂ tersebut yang menyebabkan volume adonan roti menjadi tinggi. Jika adonan dibiarkan terlalu lama, maka *yeast* akan memproduksi asam melalui proses oksidasi alkohol sehingga menyebabkan rasa produk menjadi asam (Czernohorsky & Hooker, 2012).

1.2.6.4. Minyak

Kegunaan *shortening* pada adonan adalah untuk menangkap udara selama proses *mixing*. *Shortening* merupakan hidrogenase dari lemak hewan atau lemak sayuran yang dibuat untuk produk *bakery*. *Shortening* juga berfungsi sebagai pengempuk. Saat adonan dipanggang di dalam oven, *shortening* akan meleleh dan melepaskan uap air sehingga membantu pengembangan dari *baking powder* dan peningkatan suhu. *Shortening* yang meleleh akan menumpuk di sekitar dinding sel dari penggumpalan struktur untuk membantu efek pengempukan dan untuk meminyaki tekstur. *Shortening* merupakan lemak yang dapat berkontribusi terhadap sifat fungsional (kelembutan, tekstur, *mouthfeel*, sifat struktural, penggabungan gas, perpindahan panas, dan peningkatan umur simpan) *pie*, roti, *pasta*, dan produk-produk lain (Clements dan Decker, 2010 dalam Rios *et al.*, 2014).

Minyak atau fraksi minyak dapat memperbaiki kelembutan dan memberikan *mouthfeel* yang berbeda. Fraksi padatan berkontribusi terhadap adonan dan struktur produk akhir serta meningkatkan gelembung udara saat proses pencampuran (Shahidi, 2005 dalam Rios, 2014). Dalam proses pemangangan, kristal lemak berfungsi sebagai dinding sel atau membran sehingga sel-sel tersebut dapat membesar. Oleh sebab itu fraksi padatan dari lemak dibutuhkan untuk memperoleh roti dengan kualitas yang baik. Beberapa *emulsifier* dapat ditambahkan untuk mengurangi jumlah padatan lemak yang digunakan (Smith & Johansson, 2004 dalam Rios *et al.*, 2014). Roti yang dibuat dengan menggunakan minyak kelapa menunjukkan struktur aerasi yang baik karena minyak tersebut terdispersi secara homogen dalam tepung (Calligaris *et al.*, 2013 dalam Rios *et al.*, 2014).

1.2.6.5. Susu Bubuk

Susu berperan untuk memperbaiki warna kulit roti sehingga tampak lebih cerah. Hal ini disebabkan karena susu mengandung laktosa yang tidak dapat difermentasi oleh *yeast*. Selain itu, susu juga dapat memperbaiki gizi roti karena mengandung protein yang cukup tinggi dan meningkatkan absorpsi air sehingga air yang ditambahkan akan tertahan pada produk akhir dan menyebabkan produk menjadi lebih empuk. Susu dapat menimbulkan toleransi yang lebih baik selama peragian atau pada fase pembentukan dan dapat memperbaiki rasa dan aroma (Badan Litbang Pertanian, 2016).

1.2.6.6. Margarin

Margarin termasuk salah satu *shortening* yang mengandung lebih dari 80% lemak, air sekitar 16%, kandungan laktosa 0,5%, dan abu sekitar 0,1%-3,0%. Margarin mempunyai titik lebur yang rendah sehingga menimbulkan kenampakan yang berminyak pada produk *bakery* mulai dari yang mengandung komponen sederhana sampai tingkat yang lebih tinggi. Kenampakan yang berminyak dapat menimbulkan gangguan saat produk diolah dan mempercepat ketengikan. Margarin membantu dalam pengempukan dan memberi lapisan sehingga tekstur menjadi halus. Jika penggunaannya berlebihan akan mempengaruhi pengembangan karena kandungan air bertambah banyak sehingga pengembangan tertahan (Matz, 1992 dalam Basuki *et al*, 2011).

Lemak dan minyak merupakan bahan yang penting dalam beberapa produk makanan. Keduanya memberikan karakteristik yang diinginkan, seperti berkontribusi terhadap kelembutan, aerasi adonan, lemak dapat membentuk struktur *cake*, menambah *flavor* dalam makanan, dan memberikan komponen *flavor* yang dilepaskan saat makanan tersebut dikonsumsi, memberikan efek pelumas dan memproduksi sensasi lembab dalam mulut. Selain itu minyak dan lemak dapat berfungsi sebagai transfer panas yang cukup baik dalam makanan (Charley dan Weaver, 1998 dalam Rios *et al.*, 2014). Lemak digunakan dalam produk roti untuk meningkatkan retensi gas dalam adonan sehingga volume roti dapat meningkat dan melembutkan tekstur roti, untuk melumas, proses aerasi, dan membantu perpindahan panas dalam adonan untuk mendapatkan tekstur yang diinginkan (Manzocco *et al.*, 2012 dalam Rios *et al.*, 2014). Banyak jenis

shortening yang digunakan dalam roti, seperti *butter*, margarin padat dan cair, minyak, dan lemak komersial (Smith & Johansson, 2004 dalam Rios *et al.*, 2014).

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menemukan konsentrasi substitusi tepung beras yang tepat sehingga menghasilkan karakteristik tekstur dan warna roti bebas gluten yang paling disukai melalui uji organoleptik (sensori) pada 30 panelis tidak terlatih. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung beras pada produk roti bebas gluten terhadap kualitas fisik yang meliputi volume pengembangan, rata-rata diameter pori, tekstur, dan kandungan kalori.

