

4. PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Fisik

4.1.1. Volume Pengembangan Roti Manis

Adonan roti manis yang tersusun dari tepung terigu dan tepung gaplek dapat mengalami pengembangan, hal ini dikarenakan adanya gas CO₂ dari hasil fermentasi *yeast* dan dukungan kinerja soda kue dan asidulan. Gas tersebut akan ditahan di dalam adonan oleh gluten, dan adonan roti yang memiliki struktur gluten baik akan mampu menahan banyak gas CO₂ (Matz, 1992). Gas CO₂ yang terperangkap oleh jaringan gluten dalam adonan roti akan menyebabkan adonan roti mengembang (Karti *et al*, 2011). Hasil penelitian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa semakin banyak tepung gaplek yang ditambahkan, menyebabkan persentase volume pengembangan menurun. Tepung dari singkong tidak mengandung protein yang tinggi, sehingga tidak membantu menghasilkan gluten. Hal tersebut menjadikan adonan dengan kandungan tepung singkong tidak kuat menahan gas CO₂ (Arlene *et al*, 2009).

Pengembangan adonan yang terjadi pada roti manis dengan substitusi tepung gaplek ini didukung oleh reaksi yang ditimbulkan dari sari belimbing wuluh sebagai asidulan. Hal ini ditunjukkan oleh Gambar 2, formulasi roti manis tanpa penambahan asidulan mengalami penurunan angka volume pengembangan. Penambahan asidulan pada konsentrasi 25% dapat meningkatkan angka persen volume pengembangan roti manis, dapat diamati dari hasil kontrol, angka volume pengembangan roti dengan asidulan 25% berada diatas angka kontrol. Pada jumlah konsentrasi 50% dan 75%, menurunkan angka persen volume pengembangan. Dari hasil penelitian diketahui, asidulan 25% dan 50% dapat memberikan angka volume pengembangan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan masing-masing formulasi tepung gaplek tanpa penambahan asidulan dan dengan penambahan 75% asidulan, dan volume pengembangan tertinggi dihasilkan dari formulasi 10% tepung gaplek dan 25% asidulan, yaitu $132,45 \pm 9,28\%$. (Interaksi tepung gaplek dan asidulan dinyatakan berpengaruh terhadap hasil uji volume pengembangan roti manis, ditampilkan pada Lampiran halaman 38). Hal ini disebabkan karena, penambahan asam menyebabkan reaksi pelepasan gas CO₂ oleh soda kue lebih optimal, soda kue dan asidulan terlarut bersamaan dengan air yang berada di dalam

adonan roti, menimbulkan reaksi asam basa, menghasilkan produk-produk berupa garam, air dan gas CO₂ (Chen & Yaung, 2002).

Konsentrasi asidulan yang menghasilkan angka persen volume pengembangan paling optimal adalah 25%. Konsentrasi asidulan 50% dan 75% menunjukkan angka volume pengembangan yang kecil. Jika jumlah asidulan yang ditambahkan semakin tinggi, maka suasana semakin asam, dan pembentukan gel pati semakin terhambat. Pembentukan gel pati diketahui optimum pada pH 4-7 (Winarno, 2002), pH ekstrak satu buah belimbing wuluh sebesar 4,47 (Wahyu, 2000), jika terdapat konsentrasi sari belimbing wuluh yang semakin tinggi, maka suasana menjadi semakin asam, memungkinkan terhambatnya pembentukan gel pati dalam adonan. Asam akan memecah ikatan gel pati dan mengurai pati menjadi bentuk monosakarida (Fennema, 1996). Hal ini menjadikan angka persen volume pengembangan dari konsentrasi asidulan yang tinggi cenderung kecil.

Substitusi tepung galek dengan jumlah tertentu dalam pembuatan roti manis juga berpengaruh terhadap volume pengembangan roti manis yang dihasilkan. Dari hasil penelitian diketahui, konsentrasi tepung galek 10% memberikan volume pengembangan yang paling optimal. Angka persen volume pengembangan semakin menurun dengan bertambahnya jumlah tepung galek yang disubstitusikan. Antarlina (1994) menyebutkan, substitusi terhadap tepung terigu untuk pembuatan roti sebaiknya dilakukan dengan konsentrasi bahan pensubstitusi maksimal 30%. Bahan pensubstitusi kemungkinan memiliki kandungan karbohidrat dan protein dalam jumlah berbeda dengan kandungan yang dimiliki tepung terigu, menyebabkan semakin tingginya bahan substitusi, maka akan semakin menurunkan kualitas roti yang dihasilkan.

4.1.2. Diameter Pori Roti Manis

Diameter pori-pori roti manis berkaitan dengan kekuatan adonan roti dalam menahan gas CO₂ yang terbentuk dari reaksi *yeast* selama proses *proofing* dan reaksi soda kue dan asidulan selama pemanggangan. Dilihat dari Tabel 5, hasil rerata diameter pori roti manis terlihat semakin meningkat dengan semakin bertambahnya konsentrasi tepung galek yang dicampurkan. Peningkatan diameter pori-pori juga sebanding dengan

semakin bertambahnya konsentrasi asidulan yang dicampurkan ke dalam adonan (interaksi tepung galek dan asidulan dinyatakan berpengaruh terhadap hasil pengukuran diameter pori roti manis, ditampilkan pada Lampiran halaman 42). Pop (2007) menyebutkan, semakin banyak bahan yang ditambahkan dalam pembuatan roti, maka akan semakin besar hasil reaksi yang ditimbulkan. Roti dengan substitusi tepung galek tanpa penambahan asidulan menunjukkan penurunan rerata diameter pori-pori. Hasil yang paling besar diperoleh dari konsentrasi 20% tepung galek dan 75% asidulan, yaitu mencapai angka $1,88 \pm 0,13$ mm.

Peningkatan rerata diameter pori-pori roti manis disebabkan karena tepung galek memiliki kandungan pati tinggi yang dapat mengikat banyak air, sehingga elastisitas adonan roti yang terbentuk menurun (Arlene *et al*, 2009). Gluten dalam adonan roti akan menahan gas CO₂ yang terbentuk dari hasil reaksi fermentasi *yeast* dan reaksi soda kue dengan ion H⁺ dari asidulan. Asidulan bereaksi dengan soda kue membentuk gas (Rakte & Nanjwade, 2015), sehingga, adonan roti manis tanpa penambahan asidulan menghasilkan angka rerata diameter pori-pori yang kecil. Ketika semakin banyak asidulan, maka semakin banyak ion H⁺ yang bereaksi dengan soda kue, menghasilkan semakin banyak CO₂, karena gas CO₂ yang tertahan di dalam adonan semakin banyak, menjadikan pori-pori roti yang terbentuk besar. Meskipun demikian, penambahan ukuran pori-pori tidak berhubungan dengan volume pengembangan adonan karena adanya tepung galek yang berasal dari olahan singkong, yang dapat menurunkan elastisitas adonan roti (Eriksson *et al*, 2014).

Roti manis dapat dikatakan memiliki kualitas yang baik ketika pori-pori di bagian dalamnya memiliki ukuran yang seragam. Tepung non terigu dalam adonan roti menghasilkan struktur adonan yang tidak seragam (Lopez *et al*, 2004), sehingga hasil rerata diameter pori tidak berhubungan dengan tekstur roti. Roti dengan diameter pori-pori yang terlihat dominan dengan ukuran besar kemungkinan memiliki pori-pori dengan ukuran kecil dalam jumlah yang besar dan lebih rapat sehingga tekstur menjadi lebih keras, atau roti menjadi tidak mudah patah, atau dapat dimungkinkan keadaan yang sebaliknya.

4.1.3. Nilai *Hardness* Roti Manis

Pengujian *hardness* dilakukan untuk mengetahui daya tahan objek terhadap gaya tekan yang diberikan (Astuti & Andarwulan, 2014). Kandungan protein berupa gliadin dan glutenin dalam tepung terigu akan membentuk gluten di dalam adonan roti karena tercampur dengan air, gluten dalam adonan roti melunakkan tekstur roti (Wang *et al.*, 2006). Dari hasil penelitian di Tabel 6 dapat diketahui, formulasi 30% tepung galek dan 0% asidulan menghasilkan nilai *hardness* yang paling tinggi, yaitu $535,19 \pm 7,09$ gf. Sementara nilai *hardness* yang paling rendah dihasilkan dari formulasi 0% tepung galek dan 75% asidulan, dengan angka $122,55 \pm 3,31$ gf. Dari tren yang ditampilkan pada Gambar 4, asidulan 0% menunjukkan angka-angka nilai *hardness* yang lebih tinggi dibanding asidulan 25%, 50% dan 75%. Hasil formulasi kontrol sebagai hasil terendah pada formulasi penambahan asidulan 0%. (Interaksi tepung galek dan asidulan dinyatakan berpengaruh terhadap hasil uji tekstur (*hardness*) roti manis, ditampilkan pada Lampiran halaman 46). Penambahan asidulan dapat menurunkan nilai *hardness* roti manis. Reaksi asidulan dengan soda kue mempercepat pelepasan CO₂ dan H₂O (Chen & Yaung, 2002), konsentrasi asidulan yang semakin besar memungkinkan semakin bertambahnya hasil reaksi yang dilepaskan, sehingga nilai *hardness* roti menjadi rendah. Grafik asidulan 75% pada Gambar 4 menampilkan nilai *hardness* yang cenderung lebih rendah dibandingkan dengan hasil pada grafik konsentrasi asidulan yang lainnya.

Tepung hasil olahan singkong memiliki kandungan pati tinggi, sehingga akan menghasilkan tekstur roti yang keras (Arlene *et al.*, 2009). Dalam penelitian ini, volume pengembangan tidak berhubungan dengan kekerasan tekstur roti. Lopez *et al.*, 2004, menyebutkan, adonan roti dengan substitusi tepung non terigu memiliki struktur yang kurang seragam, sehingga kekuatan adonan kurang optimal, dan menghasilkan roti dengan sifat *crumb* yang keras. Struktur adonan yang kurang seragam memungkinkan roti dengan keadaan volume pengembangan tinggi memiliki nilai *hardness* tinggi, begitu juga dengan sebaliknya, atau kemungkinan keadaan yang berbanding terbalik.

Nilai *hardness* dipengaruhi oleh nilai kadar air. Apabila nilai *hardness* semakin tinggi maka kadar air akan semakin rendah. Arlene *et al.* (2009) menyatakan, pati yang

terkandung dalam tepung dari singkong menyerap banyak air selama proses pembuatan adonan, namun air yang terserap kemudian mudah terlepas ke lingkungan karena gluten yang terbentuk dalam adonan roti substitusi tepung galek tidak sempurna, menyebabkan tekstur roti menjadi keras. Jika air dalam adonan berlebihan akan menyebabkan adonan lengket dan susah diolah, adonan menjadi sangat cepat mengembang, dan roti yang dihasilkan basah, lembab, dan gampang ditumbuhi mikroorganisme. Sebaliknya kurangnya air akan menyebabkan adonan terlalu kering, keras, tidak mengembang dengan baik selama proses pengadukan, dan roti tawar yang dihasilkan akan mudah hancur (Matz, 1992).

4.1.4. Nilai L*, a* dan b* Roti Manis

Winarno (2002) menyebutkan, asidulan dapat bertindak sebagai penegas rasa dan warna. Asidulan lebih berperan dalam warna roti yang dihasilkan. Dari hasil penelitian diketahui, penambahan asidulan menurunkan nilai L*, serta menurunkan nilai a*, dan hasil tidak terlalu menimbulkan perbedaan yang berarti pada nilai b*. Penurunan nilai L* berarti warna pada permukaan roti manis menjadi lebih gelap, hal ini berarti keberadaan asidulan memberi efek mencegah memudarnya warna permukaan roti. Sementara penurunan nilai a* menandakan penurunan intensitas warna merah, dan nilai b* yang juga menurun, menandakan penurunan intensitas warna kuning. Hal ini menunjukkan warna roti menjadi semakin gelap setelah adonan diberi campuran asidulan. Nilai L* terendah adalah $43,38 \pm 0,64$, hasil perlakuan 0% tepung galek dan 75% asidulan, sementara nilai a* terendah adalah $3,84 \pm 4,45$, hasil perlakuan 30% tepung galek dan 75% asidulan. Hasil pengukuran nilai b* terendah adalah $22,90 \pm 0,58$, dari perlakuan 30% tepung galek dan 0% asidulan.

Penambahan tepung galek yang semakin tinggi menyebabkan nilai L* meningkat, dan nilai a* serta nilai b* menurun. (Interaksi tepung galek dan asidulan dinyatakan berpengaruh terhadap hasil uji warna permukaan roti manis, ditampilkan pada Lampiran halaman 50, 54 dan 58). Hal ini berarti tepung galek menimbulkan warna yang semakin terang pada roti manis. Kandungan karbohidrat tepung galek lebih tinggi dibandingkan tepung terigu. Kandungan karbohidrat dalam adonan roti manis menimbulkan pengaruh terhadap warna roti yang dihasilkan. Pembuatan roti manis

disertai dengan proses pemanggangan, atau adanya energi panas yang akan mematangkan adonan roti dan menimbulkan reaksi karamelisasi yang mempengaruhi kualitas warna roti (Van Bockel, 2006). Dalam penelitian ini digunakan waktu pemanggangan yang sama pada setiap adonan roti dengan kandungan tepung galek dan asidulan yang berbeda untuk mempermudah pengamatan. Adonan roti dengan konsentrasi tepung galek yang semakin tinggi juga memiliki kandungan karbohidrat yang semakin tinggi. Energi panas yang dihasilkan oven membakar karbohidrat dalam jumlah yang tetap, karena waktu pemanggangan yang sama untuk setiap adonan roti, sehingga pada adonan roti dengan kandungan tepung galek yang tinggi timbul warna yang semakin terang, karena masih banyak jumlah tepung dalam adonan yang tidak berkontribusi dalam reaksi karamelisasi.

4.2. Karakteristik Kimia

4.2.1. Kadar Air Roti Manis

Dalam adonan roti, air berfungsi sebagai pelarut bahan-bahan seperti garam, gula, susu bubuk sehingga tercampur rata dalam adonan, membantu pembentukan gluten, memudahkan dalam penanganan adonan dan menentukan mutu produk yang dihasilkan. Air membantu membentuk gluten dengan cara menghidrasi gliadin dan glutenin dalam tepung terigu (Matz, 1992). Dari Gambar 8, diketahui, kadar air roti manis semakin menurun ketika konsentrasi tepung galek yang ditambahkan ke adonan semakin tinggi. Kadar air tertinggi dihasilkan roti manis kontrol, yaitu sebesar $26,79 \pm 0,02\%$. Kadar air terendah adalah $8,87 \pm 0,01\%$, terkandung dalam roti manis dengan formulasi 30% tepung galek dan 25% asidulan. (Interaksi tepung galek dan asidulan dinyatakan berpengaruh terhadap hasil pengujian kadar air roti manis, ditampilkan pada Lampiran halaman 62). Tepung galek memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, sehingga banyak menyerap air ketika proses pembentukan adonan, namun adonan roti dengan substitusi tepung berbahan dasar singkong tidak dapat menahan air di dalam adonan dengan baik, sehingga hasil akhir roti cenderung lebih kering dibandingkan roti dari tepung terigu (Arlene *et al*, 2009). Sementara itu, menurut Sudaryanti & Andryanto (2013), ion H^+ dari asam mampu mengikat senyawa OH^- dalam soda kue, sehingga menghasilkan air sebagai produk reaksi.