

4. POTENSI TEPUNG UMBI-UMBIAN SEBAGAI BAHAN PEMBUAT ROTI TAWAR BEBAS GLUTEN

4.1. Kandungan Nutrisi Tepung Umbi-umbian

Berbagai penelitian telah menyatakan bahwa penderita *celiac disease* tidak dapat menerima gluten dalam makanan yang dikonsumsinya pada kadar tertentu. Artinya penderita *celiac disease* harus betul-betul melakukan seleksi pada makanan yang dikonsumsinya untuk memastikan makanan yang dikonsumsi aman bagi kesehatannya. Dalam hal ini penderita dapat melakukan konsultasi lebih lanjut dengan ahli gizi untuk menentukan menu makanan atau produk makanan mana saja yang dapat dikonsumsi untuk memastikan kesehatannya tetap terjaga. Hal ini merupakan sesuatu yang cukup krusial bagi penderita *celiac disease* karena sampai saat ini belum ditemukan pengobatan yang efektif dan aman untuk permasalahan alergi gluten ini.

Apabila penderita tidak disiplin dalam melakukan diet bebas gluten, kesehatannya mungkin akan semakin terganggu. Menurut Oktadiana *et al.* (2017), resiko mortalitas dan keganasan *celiac disease* dapat berkurang pada penderita yang disiplin melakukan diet bebas gluten. Beberapa perubahan positif juga telah terjadi pada penderita yang disiplin melakukan diet bebas gluten seperti peningkatan berat badan, indeks massa tubuh, dan mineralisasi tulang (Oktadiana *et al.*, 2017). Menurut Goi (2017), usus halus biasanya akan sembuh dalam waktu tiga sampai enam bulan sejak melakukan diet pada anak-anak tetapi kemungkinan butuh beberapa tahun untuk orang dewasa. Usus dikatakan sembuh artinya vili sudah mampu melakukan penyerapan nutrisi dari makanan menuju aliran darah (Goi, 2017).

Pemilihan menu atau produk makanan bagi penderita *celiac disease* tentu saja tidak hanya mempertimbangkan rendahnya kandungan gluten di dalamnya tetapi juga harus mempertimbangkan pemenuhan nutrisi penderita mengingat penderita *celiac disease* pun telah mengalami defisiensi berbagai nutrisi. Pemilihan bahan umbi-umbian sebagai bahan pengganti tepung terigu dalam pembuatan roti tawar menjadi salah satu solusi yang baik. Selain mudah didapat, umbi-umbian juga memiliki kandungan nutrisi yang beragam.

Umbi-umbian adalah bahan makanan yang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan hal ini tentunya baik bagi para penderita *celiac disease* untuk mendapatkan energi. Meskipun memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi, bahan dari umbi-umbian memiliki kelemahan yaitu rendahnya kandungan protein di dalamnya sehingga konsumsi roti tawar dengan bahan umbi-umbian ini juga harus diimbangi dengan konsumsi makanan lain yang tinggi protein namun tetap bebas gluten (Ginting *et al.*, 2015). Menurut Vici *et al.* (2016), penderita *celiac disease* dapat mengkonsumsi makanan dari bahan-bahan hewani maupun beberapa sereal yang bebas gluten untuk dapat tetap memenuhi kebutuhan proteinnya. Dalam hal pemenuhan kebutuhan serat pada penderita *celiac disease*, bahan dari umbi-umbian juga merupakan pilihan yang baik karena tingginya kandungan serat di dalamnya.

Menurut Vici *et al.* (2016), kekurangan kandungan serat pada penderita *celiac disease* dapat terjadi akibat rendahnya kandungan serat pada produk makanan bebas gluten yang dikonsumsi penderita sehingga tidak dapat memenuhi kebutuhan seratnya. Dengan tingginya kandungan serat di dalamnya, umbi-umbian menjadi pilihan yang tepat untuk dijadikan bahan pengganti terigu dalam roti tawar bebas gluten.

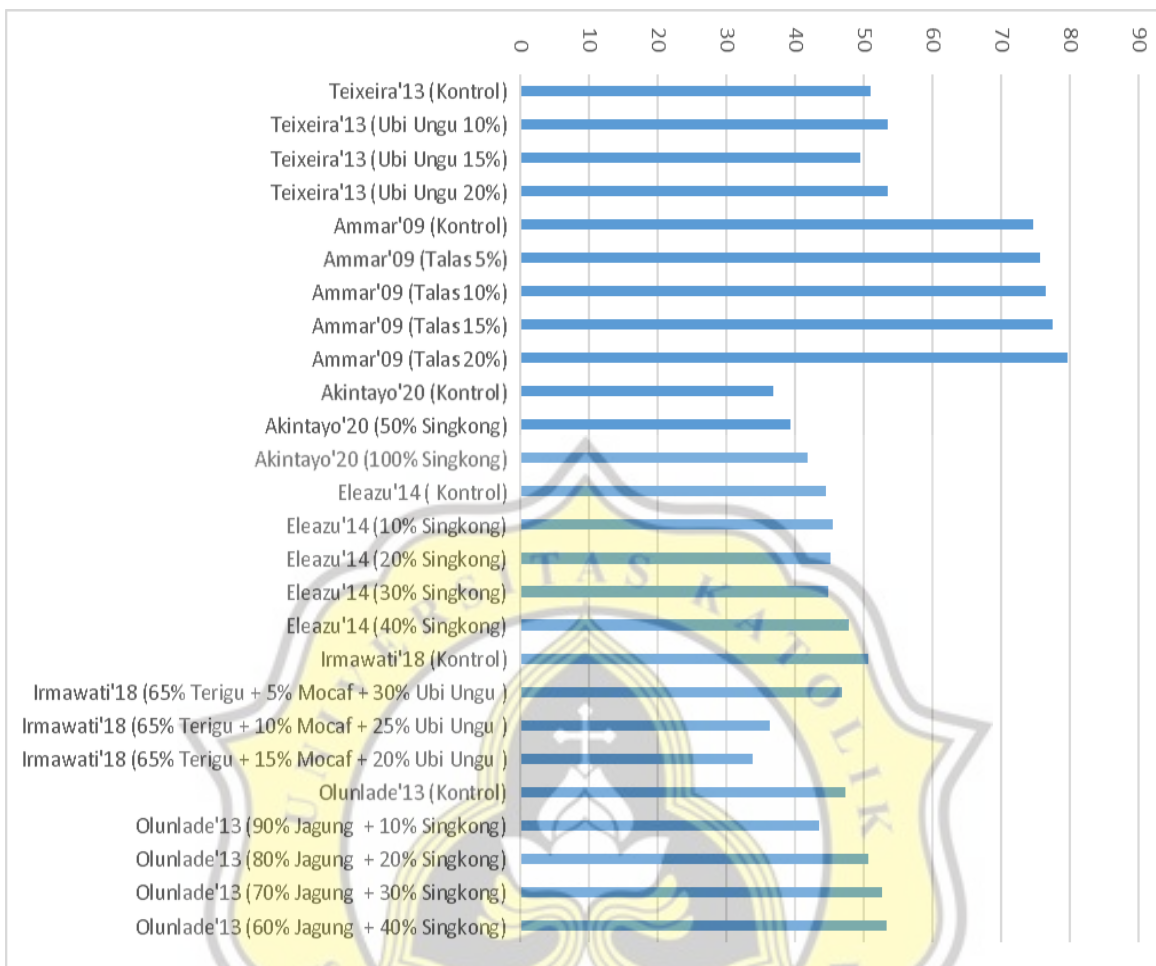
Masalah lain terkait nutrisi penderita *celiac disease* adalah terjadinya kekurangan vitamin dan hal ini telah dilaporkan terjadi pada banyak penderita *celiac disease* dan diduga terjadi akibat gangguan penyerapan vitamin pada usus halus bagian proksimal (Vici *et al.*, 2016). Hal ini membuat penderita *celiac disease* umumnya kekurangan vitamin B12, vitamin B6, vitamin A, dan vitamin D (Wierdsma *et al.*, 2013). Umbi-umbian merupakan bahan yang cocok untuk memenuhi kebutuhan vitamin penderita *celiac disease* karena mengandung beberapa vitamin diantaranya vitamin B6, B12, vitamin C dan provitamin A pada ubi ungu, vitamin E, vitamin K, dan beberapa vitamin B kompleks pada umbi talas (Rashmi *et al.*, 2018;Ginting *et al.*, 2015). Keunggulan lain dari umbi-umbian sebagai bahan pengganti terigu dalam roti tawar bebas gluten adalah kemampuan antioksidan yang bermanfaat bagi kesehatan penderita. Antioksidan berperan dalam mencegah radikal bebas serta mencegah terjadinya stress oksidatif dalam tubuh (Mar'atirrosyidah & Estiasih, 2015). Ubi ungu

diketahui memiliki kandungan antosianin yang memiliki kemampuan antioksidan dengan menghambat peroksidasi lemak (Ginting *et al.*, 2015). Bahkan antosianin dalam ubi ungu memiliki banyak manfaat lainnya yaitu antimutagenik dan antikarsinogenik, mencegah gangguan fungsi hati, antihipertensi, dan antihiperlipidemik (Suda *et al.*, 2003). Selain ubi ungu, singkong juga memiliki kemampuan antioksidan karena kandungan senyawa fenolik di dalamnya (Yi *et al.*, 2011).

4.2. Pengaruh Penggunaan Tepung Umbi-umbian terhadap Roti Tawar Bebas Gluten

4.2.1. Kandungan Nutrisi Roti Tawar

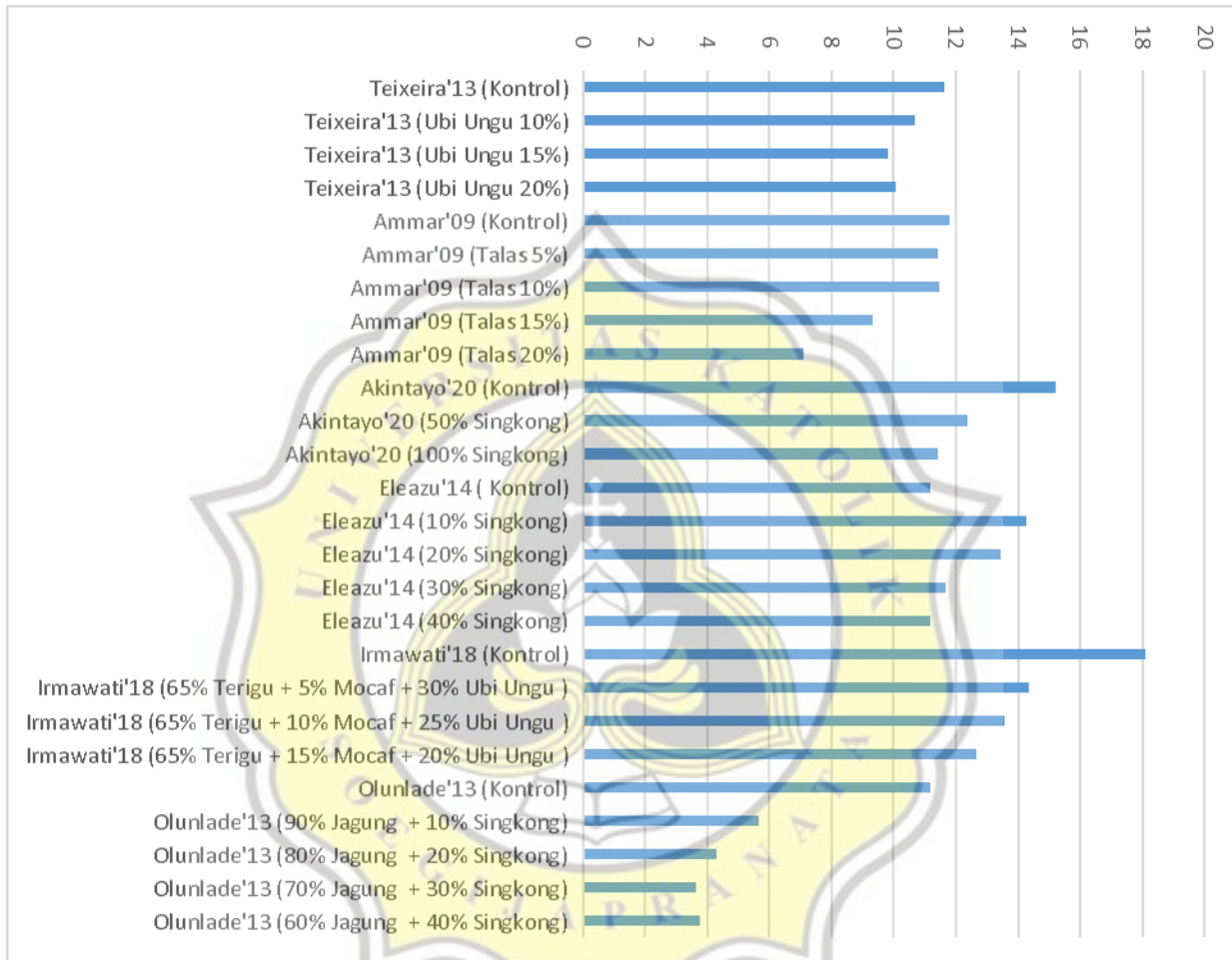
Penggunaan tepung dari umbi-umbian untuk pembuatan roti tawar cukup memberikan pengaruh pada kandungan nutrisi produk roti tawar. Hal ini dipengaruhi oleh kandungan nutrisi dari bahan umbi-umbian itu sendiri dan juga penambahan bahan lain yang dapat meningkatkan nilai nutrisi roti. Beberapa penelitian memperoleh hasil bahwa penambahan tepung umbi-umbian menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan karbohidrat dalam produk akhir roti tawar (AP Teixeira *et al.*, 2013; Irmawati *et al.*, 2018; Ammar *et al.*, 2009; Akintayo *et al.*, 2020; Eleazu *et al.*, 2014; Olunlade & Adeola, 2013). Berdasarkan beberapa penelitian yang tertulis pada Tabel 9., diketahui bahwa karbohidrat merupakan kandungan paling tinggi dalam roti tawar umbi-umbian dengan kisaran 41,77 – 53,43%. Kandungan karbohidrat dalam roti tawar umbi-umbian dapat dipengaruhi oleh tingginya kandungan karbohidrat dalam bahan umbi-umbian itu sendiri. Berdasarkan data pada Tabel 9., roti dengan kandungan karbohidrat tertinggi adalah roti yang dibuat dengan bahan 20% tepung talas dengan kandungan karbohidrat 79,62% (Ammar *et al.*, 2009). Sementara itu, roti tawar dengan kandungan karbohidrat terendah adalah roti yang dibuat dengan bahan 100% tepung singkong (Akintayo *et al.*, 2020). Perbandingan kandungan karbohidrat pada roti tawar tepung umbi-umbian dari berbagai penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan Kandungan Karbohidrat Roti Tawar Tepung Umbi-umbian dan Roti Tawar Tepung Terigu (Kontrol)

Beberapa penelitian menunjukkan hasil pengaruh penggunaan tepung umbi-umbian terhadap kandungan karbohidrat pada roti tawar dengan tepung umbi yang digunakan adalah ubi ungu, singkong, dan talas. Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 8. di atas, kandungan karbohidrat roti tawar umbi-umbian diketahui mengalami peningkatan seiring dengan penambahan tepung umbi-umbian. Menurut Eleazu *et al.* (2014), tingginya kandungan karbohidrat roti umbi-umbian dibandingkan dengan roti dengan tepung terigu dapat dikaitkan dengan tingginya kandungan karbohidrat dalam bahan umbi-umbian dibandingkan dengan kandungan karbohidrat dalam terigu. Roti tawar dengan persentase karbohidrat terbesar adalah roti tawar dengan 20% tepung talas hasil penelitian Ammar *et al.* (2009) dengan persentase 79,62%. Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan roti tawar yang dibuat

dengan tepung terigu (kontrol) dengan persentase karbohidrat 74,6%. Perbandingan persentase kandungan protein roti tawar dari tepung umbi-umbian dan roti tawar dari tepung terigu (kontrol) dapat dilihat pada Gambar 9.

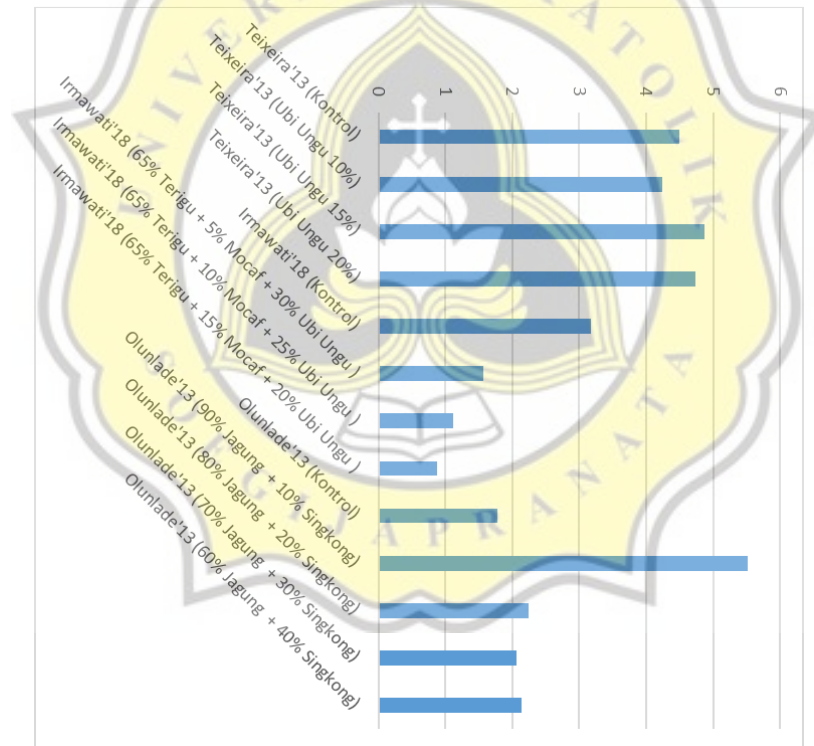


Gambar 9. Perbandingan Kandungan Protein Roti Tawar Tepung Umbi-umbian dan Roti Tawar Tepung Terigu (Kontrol)

Berdasarkan Gambar 9. di atas, dapat diketahui bahwa tidak terdapat peningkatan yang signifikan terhadap kandungan protein dengan dilakukannya penambahan tepung umbi-umbian. Hasil dari beberapa penelitian justru menunjukkan kecenderungan penurunan kandungan protein seiring dengan bertambahnya persentase tepung umbi yang digunakan. Hal ini dapat dikaitkan dengan kandungan protein pada masing-masing bahan umbi yang

rendah dan kandungan protein pada tepung terigu yang lebih tinggi dibandingkan dengan protein pada tepung umbi-umbian (Eleazu *et al.*, 2014). Tepung terigu sendiri memiliki kandungan protein gliadin dan glutenin yang membuat kandungan protein terigu secara keseluruhan lebih tinggi dibandingkan tepung umbi-umbian. Menurut Vici *et al.* (2016), rendahnya kandungan protein pada produk olahan bebas gluten dapat disiasati oleh penderita *celiac disease* dengan mengonsumsi makanan dari sumber hewani maupun sereal yang tinggi protein agar tetap dapat memenuhi asupan nutrisinya.

Perbandingan persentase kandungan lemak roti tawar dari tepung umbi-umbian dan roti tawar dari tepung terigu (kontrol) dapat dilihat pada Gambar 10.

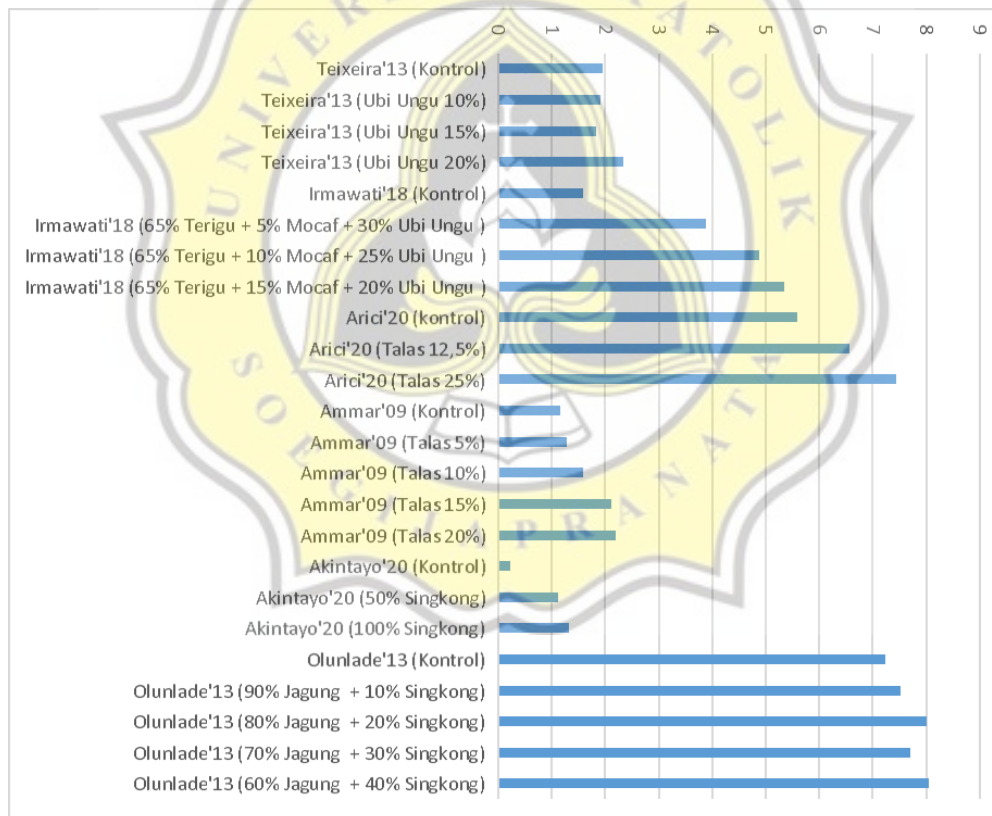


Gambar 10. Perbandingan Kandungan Lemak Roti Tawar Tepung Umbi-umbian dan Roti Tawar Tepung Terigu (Kontrol)

Terdapat tiga penelitian yang menganalisis persentase lemak pada roti tawar umbi-umbian (AP Teixeira *et al.*, 2013; Irmawati *et al.*, 2018; Olunlade & Adeola, 2013). Bahan umbi-

umbian yang digunakan adalah ubi ungu dan singkong dan dibandingkan dengan bahan tepung terigu (kontrol). Kandungan lemak pada roti bebas gluten dengan bahan tepung umbi tergolong rendah dengan kisaran 0,87 – 5,57%. Berdasarkan data kandungan nutrisi bahan mentah umbi-umbian yang tertulis pada Tabel 4., kandungan lemak total umbi-umbian sangat rendah berkisar antara 0,1 – 0,3g. Hal ini juga yang membuat rendahnya kandungan lemak pada produk roti tawar bebas gluten dengan bahan tepung umbi-umbian.

Salah satu kandungan nutrisi yang juga terpengaruh oleh penambahan tepung umbi-umbian adalah kandungan serat. Perbandingan kandungan serat roti tawar dari tepung umbi-umbian dan roti tawar dari tepung terigu (kontrol) dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Perbandingan Kandungan Serat Roti Tawar Tepung Umbi-umbian dan Roti Tawar Tepung Terigu (Kontrol)

Terdapat enam penelitian yang menganalisis tentang kandungan serat pada produk roti tawar bebas gluten dengan bahan tepung umbi-umbian. Bahan yang digunakan adalah tepung ubi ungu, tepung singkong, dan tepung talas. Berdasarkan perbandingan kandungan serat pada roti tawar yang dibuat dengan tepung umbi dan tepung terigu (kontrol), dapat diketahui bahwa roti dari tepung umbi-umbian memiliki kandungan serat yang lebih tinggi dibandingkan dengan roti dengan bahan tepung terigu. Selain itu, semakin banyak persentase tepung umbi yang ditambahkan, akan semakin tinggi pula kandungan serat dalam roti.

4.2.2. Karakteristik Adonan dan Produk Akhir Roti Bebas Gluten

Tepung terigu merupakan bahan yang selama ini digunakan sebagai bahan utama pembuatan roti tawar. Kualitas tepung terigu dan kandungan gliadin dan glutenin yang ada di dalamnya dapat mempengaruhi adonan roti hingga hasil akhir roti yang dibuat. Proses pengulenan dalam pembuatan roti akan menghidrasi tepung terigu dan memodifikasi protein yang terkandung didalam terigu (gliadin dan glutenin) sehingga membentuk gluten yang akan berperan dalam pengembangan roti (Hardoko *et al.*, 2010). Substitusi tepung terigu dengan berbagai tepung umbi-umbian memungkinkan terjadinya perubahan pada karakteristik adonan dan juga produk akhir roti tawar mengingat kandungan gluten pada adonan yang berkurang atau tidak ada sama sekali padahal gluten memiliki peran yang cukup signifikan terhadap proses pengembangan roti. Karakteristik adonan dan produk akhir roti tawar menggunakan tepung ubi ungu, tepung singkong dan tepung talas dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Karakteristik Adonan dan Produk Akhir Roti Tawar Bebas Gluten

Jenis Tepung	Karakteristik Adonan	Karakteristik Produk	Pustaka
Tepung Ubi Ungu	Memiliki kemampuan menahan gas lebih rendah. Volume lebih kecil. Kandungan <i>damaged starch</i> lebih tinggi. <i>Damaged starch</i> dapat meningkatkan daya serap air dan membuat adonan lebih lengket.	Stabilitas antosianin dengan suhu pengukusan 121°C dan pemanggangan 200°C. Kandungan maltosa lebih tinggi. Bagian kulit roti (<i>bread crust</i>) dan bagian dalam roti (<i>bread crumb</i>) berwarna lebih gelap. Total gula lebih tinggi. Tampilan roti memiliki ukuran lebih kecil.	(Santiago <i>et al.</i> , 2015; Hathorn <i>et al.</i> , 2008)
Tepung Singkong	Indeks pengembangan lebih rendah dari terigu. Stabilitas adonan lebih rendah. Nilai <i>tensile strength</i> lebih kecil, adonan mudah putus. Tingkat pengembangan adonan lebih rendah. Nilai <i>strain</i> adonan semakin kecil.	Tidak ada perbedaan signifikan pada kecerahan warna roti. Lebih berat 5-6% dibanding roti dari terigu. Volume roti memiliki ukuran lebih kecil. Tingkat kekerasan roti tawar lebih besar.	(Akintayo <i>et al.</i> , 2020; Chisenga <i>et al.</i> , 2020; Rauf & Andini, 2019)
Tepung Talas	Kapasitas penyerapan air dan kapasitas penyerapan minyak lebih tinggi. <i>Foaming Capacity</i> dan <i>Emulsifying Capacity</i> lebih rendah dari terigu. Konsistensi adonan tinggi. <i>Specific Volume</i> lebih rendah dengan kandungan talas yang tinggi.	Nilai kekerasan roti lebih tinggi. Warna roti lebih gelap. Kandungan <i>resisten starch</i> lebih tinggi. Tekstur <i>crumb</i> lebih rendah atau empuk.	(Coelho <i>et al.</i> , 2007; Arıcı <i>et al.</i> , 2020; Calle <i>et al.</i> , 2020)

a. Karakteristik Adonan Roti Tawar Bebas Gluten

Pada Tabel 10, dapat dilihat berbagai karakteristik adonan dan produk akhir roti tawar yang dibuat dengan menggunakan tepung ubi ungu, tepung singkong, dan tepung talas. Beberapa karakteristik adonan yang dilihat antara lain volume pengembangan, *tensile strength*, dan konsistensi atau stabilitas adonan. Sementara itu karakteristik yang dilihat pada produk akhir roti antara lain warna, tekstur, dan ukuran roti. Dilihat dari volume adonan atau kemampuan menahan gasnya, roti tawar yang dibuat dengan menggunakan tepung umbi-umbian memiliki

indeks pengembangan yang lebih rendah sehingga volume adonannya lebih kecil. Hal ini berlaku untuk ketiga bahan umbi-umbian yang digunakan.

Tidak digunakannya tepung terigu dalam pembuatan roti bebas gluten sangat berpengaruh terhadap indeks pengembangan adonan sehingga berpengaruh terhadap volume adonan. Rendahnya kemampuan menahan gas dan rendahnya volume pada adonan roti tawar bebas gluten dapat dikaitkan dengan kurangnya kandungan gluten protein dan relatif lebih tinggi serat dan pati (Santiago *et al.*, 2015). Adanya komponen lain seperti serat pangan dalam adonan dapat menurunkan kemampuan gluten dalam memerangkap udara sehingga kemampuan pengembangan dan volume adonan juga akan lebih kecil (Hardoko *et al.*, 2010). Pada roti tawar dengan bahan tepung singkong memperlihatkan hasil bahwa penggunaan tepung umbi-umbian juga mempengaruhi *tensile strength* adonan, yaitu semakin tinggi kadar tepung singkong yang ditambahkan maka semakin kecil pula nilai *tensile strength*. *Tensile Strength* dapat diartikan sebagai besarnya gaya tarik maksimum untuk dapat mendeformasi atau merubah bentuk bahan (adonan) (Rauf & Sarbini, 2015). *Tensile Strength* juga menggambarkan kekuatan adonan dalam menahan deformasi akibat adanya gaya Tarik, sehingga semakin kecil *tensile strength* maka adonan akan lebih mudah putus ketika ditarik (Rauf & Andini, 2019). Rendahnya nilai *tensile strength* ini dipengaruhi oleh kandungan protein gluten yang di dalamnya terdapat kandungan glutenin yang memberikan peran penting dalam kekuatan adonan (Wieser, 2007).

Kandungan gliadin dan glutenin akan membentuk matriks protein melalui deformasi ikatan silang non-kovalen dengan ikatan disulfida selama proses pencampuran (Rauf & Andini, 2019). Matriks protein tersebut yang akan memberikan ketahanan terhadap gaya tarik (Rauf & Andini, 2019). Selain berpengaruh terhadap *tensile strength*, penggunaan tepung umbi-umbian juga mempengaruhi nilai *strain* adonan. Nilai *strain* menunjukkan besarnya kemuluran adonan atau deformasi yang terjadi pada adonan akibat adanya gaya tarik (Rauf & Sarbini, 2015). Tepung umbi yang digunakan sebagai bahan pada adonan roti tawar memberikan nilai *strain* yang lebih rendah dibandingkan tepung terigu karena dipengaruhi oleh kandungan protein gluten yang ada dalam adonan (Rauf & Andini, 2019).

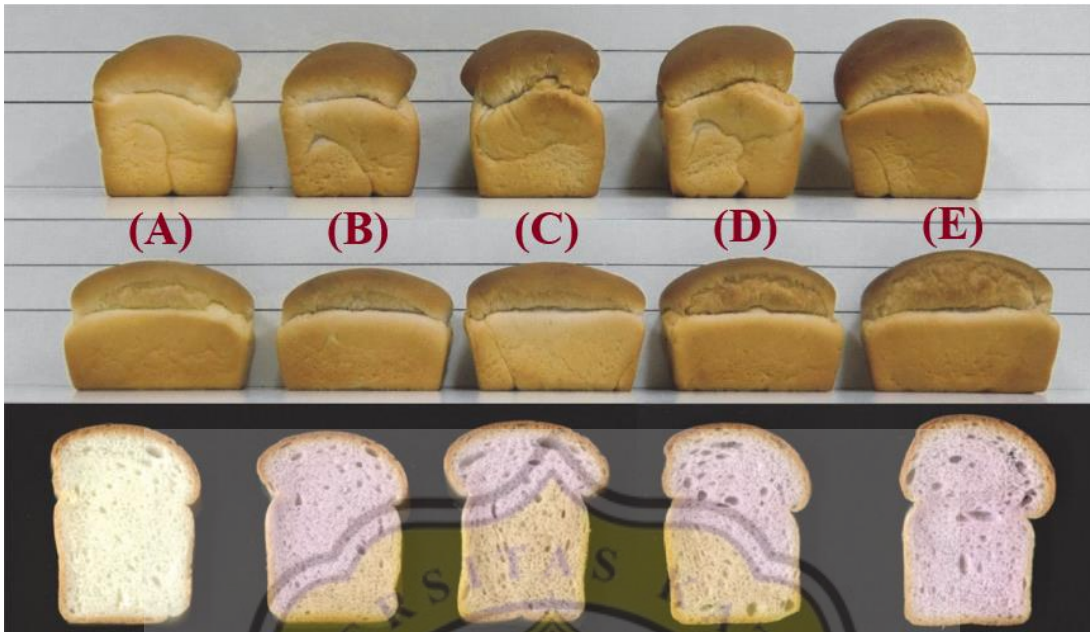
Karakteristik adonan roti salah satunya juga dipengaruhi oleh karakteristik fisik tepung seperti karakteristik *pasting* dan kemampuan penyerapan air. *Peak Viscosity* mengindikasikan kemampuan mengikat air pada tepung dan berhubungan juga dengan kualitas produk akhir dan beban kekentalan yang harus diterima pada *mixer* (Noda *et al.*, 2006). Tepung dengan *peak viscosity* yang rendah memiliki kemampuan peningkatan viskositas yang lebih rendah juga pada adonannya jika dibandingkan dengan tepung yang memiliki *peak viscosity* lebih tinggi (Kumar *et al.*, 2015). Berdasarkan data pada Tabel 6, dapat disimpulkan bahwa tepung ubi ungu memiliki kemampuan peningkatan viskositas yang tertinggi dibandingkan dengan tepung singkong dan talas karena tepung ubi ungu memiliki nilai *peak viscosity* tertinggi. Nilai *breakdown viscosity* yang rendah menunjukkan bahwa pasta tepung memiliki stabilitas yang baik atau tidak mudah mengalami perubahan viskositas selama pemasakan (Kumar *et al.*, 2015). Sementara itu, nilai *setback viscosity* menunjukkan kecenderungan granula pati mengalami retrogradasi. Tepung dengan nilai *setback viscosity* yang tinggi menunjukkan kecenderungan yang lebih tinggi juga pada granula patinya untuk mengalami retrogradasi pada proses pendinginan (Kaushal *et al.*, 2012).

b. Karakteristik Produk Akhir Roti Tawar Bebas Gluten

Penggunaan tepung umbi-umbian sebagai bahan pengganti terigu dalam pembuatan roti tawar juga memberikan pengaruh pada karakteristik produk akhir roti tawar yang dihasilkan. Karakteristik produk yang dilihat antara lain warna roti, tekstur, dan volume atau ukuran roti. Dari antara roti tawar yang dibuat dengan bahan tepung ubi ungu, tepung singkong, dan tepung talas, roti tawar yang memiliki warna paling berbeda adalah roti tawar yang dibuat dengan bahan tepung ubi ungu (Santiago *et al.*, 2015). Ubi ungu memiliki pigmen antosianin yang memiliki warna alami ungu gelap sehingga warna alami ini yang kemudian memberikan warna ungu dan menjadikan roti tawar dari tepung ubi ungu lebih gelap dibandingkan roti tawar dari terigu (Cuevas *et al.*, 2011). Dilihat dari segi ukuran, roti tawar yang dibuat dengan bahan tepung ubi ungu memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan roti tawar dari tepung terigu (Santiago *et al.*, 2015). Hal ini dapat dikaitkan dengan kandungan gluten yang terkandung dalam tepung terigu yang memberikan peran pada pengembangan roti sehingga

membuat ukuran roti terlihat lebih besar (Hardoko *et al.*, 2010). Roti tawar yang dibuat dengan tepung ubi ungu memiliki total gula yang lebih tinggi karena ubi jalar mentah sendiri telah memiliki kandungan sukrosa yang cukup tinggi sehingga berperan dalam peningkatan kadar gula dalam produk roti tawar yang dibuat dengan tepung ubi ungu (Antonio *et al.*, 2011).

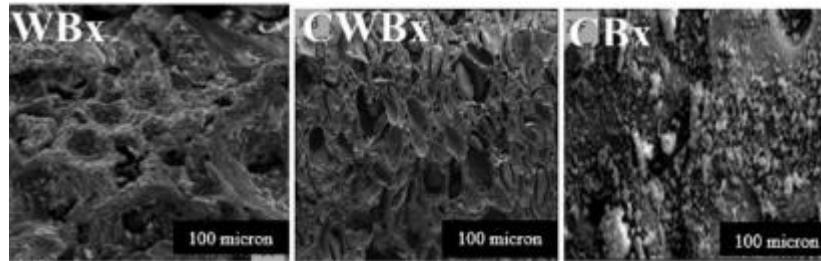
Berdasarkan Tabel 10, di atas dapat diketahui hasil produk roti tawar yang dibuat dengan tepung singkong tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap tingkat kecerahan roti. Hal ini dimungkinkan terjadi karena dilepaskannya beberapa molekul amilosa dari tepung singkong yang telah mengalami proses pemanasan sehingga memberikan lebih banyak glukosa yang terkaramelisasi selama pemanggangan roti (Akintayo *et al.*, 2020). Dilihat dari segi ukuran, roti yang dibuat dengan bahan tepung singkong memiliki ukuran volume yang lebih kecil dibandingkan dengan roti dari terigu. Hal ini berhubungan erat dengan kandungan protein pada bahan. Protein pada tepung terigu mengandung sekitar 85% protein gluten (gliadin dan glutenin) sementara itu protein pada tepung singkong tidak mengandung gluten (Chisenga *et al.*, 2020). Kualitas produk akhir roti tawar juga dipengaruhi oleh ukuran partikel tepung (Vouris *et al.*, 2018). Proses penggilingan berperan dalam penurunan ukuran partikel tepung dan berakibat pada rusaknya sebagian besar granula pati sehingga meningkatkan kapasitas penyerapan air pada tepung dan membuat pati lebih rentan terhadap hidrolisis enzimatis yang keduanya dapat mempengaruhi kualitas roti (N. Wang *et al.*, 2017).



Gambar 12. Roti Tawar Tepung Terigu (A), Ubi Ungu (B), Ubi Ungu + α -amilase (C), Ubi Ungu + Hemiselulase (D), Ubi Ungu + α -amilase + hemiselulase (E).

Sumber: (Santiago *et al.*, 2015)

Seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12, terdapat perbedaan ukuran antara roti tawar yang dibuat dengan tepung terigu dan roti tawar yang dibuat dengan tepung ubi ungu. Roti tawar yang dibuat dengan bahan 100% tepung terigu (A) memiliki ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan roti tawar yang dibuat dengan 100% ubi ungu (B). Selain itu, penambahan α -amilase dan hemiselulase terbukti memperbaiki ukuran dari roti tawar ubi ungu hingga didapatkan hasil roti dengan bahan tepung ubi ungu yang ditambahkan dengan α -amilase dan hemiselulase memiliki ukuran yang mendekati roti dengan bahan tepung terigu. Penggunaan tepung ubi ungu juga berpengaruh terhadap warna roti tawar sehingga roti yang putih berubah menjadi lebih gelap dan berwarna ungu.



Gambar 13. Mikrostruktur Roti Tawar Tepung Terigu (WB/Kontrol), Roti Tawar Campuran Terigu dan Singkong (CWB), Roti Tawar 100% Tepung Singkong.

Sumber: (Akintayo *et al.*, 2020).

Gambar 13 menunjukkan perbedaan mikrostruktur roti tawar yang dibuat dengan bahan tepung terigu dan roti tawar yang dibuat dengan bahan tepung singkong. Terlihat bahwa terdapat perbedaan ukuran gelembung gas atau rongga-rongga pada roti dengan bahan terigu dan singkong. Gelembung gas pada roti dengan tepung terigu dan campuran terigu dengan singkong terlihat serupa, sementara itu gelembung gas pada roti dengan bahan 100% tepung singkong terlihat lebih tidak terbentuk. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan sifat gelatinisasi antara tepung singkong dengan tepung terigu sehingga berpengaruh terhadap pembentukan gelembung gas pada roti dan juga nilai volume spesifik roti (Akintayo *et al.*, 2020).