

KARAKTERISTIK FISIK ROTI TAWAR BERBASIS SUBSTITUSI TERIGU DENGAN TEPUNG KOMPOSIT SUKUN (*Artocarpus atilis* F.) DAN PISANG (*Musa paradisiaca* L.) SEBAGAI UPAYA PEMANFAATAN KOMODITAS LOKAL

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF WHITE BREAD FROM WHEAT SUBSTITUTION WITH BREADFRUIT AND BANANA FLOUR AS THE UTILIZATION OF LOCAL COMMODITIES

Heni Radiani Arifin¹, Elazmanawati Lembong¹ dan Arif Nanda Irawan¹

¹Departemen Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

*Email korespondensi: heni.radiani@unpad.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 17 March 2023

Accepted: 26 July 2023

Published: 12 August 2023

Keywords :

White bread, composite flour, banana flour, breadfruit flour, wheat flour

Kata kunci :

Roti tawar, tepung komposit, tepung pisang, tepung sukun, tepung terigu

ABSTRAK

Dalam upaya pengurangan impor terigu dan adanya peningkatan pola hidup sehat bebas gluten (*gluten free*), maka perlu dilakukan diversifikasi pengolahan roti tawar dengan menggunakan tepung komposit berbahan non terigu. Dalam riset ini, penerapan teknologi adonan menggunakan substitusi tepung terigu (TT) dengan tepung komposit dari tepung sukun (TS) dan tepung pisang (TP) diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatan komoditas lokal di Indonesia. Tujuan penelitian adalah mendapatkan karakteristik fisik roti tawar yang dibuat dari substitusi terigu dengan tepung komposit sukun dan pisang. Metode penelitian adalah menggunakan metode percobaan (*experimental method*) dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Percobaan terdiri dari 5 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali. Parameter uji yang dilakukan adalah uji daya kembang roti tawar, uji tekstur, uji warna *crust* dan *crumb*, dan uji pori roti (*stamp analysis*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan R₅ (TT 80%: TS 0%: TP 20%) memiliki daya mengembang paling tinggi (2,248 ml (v/v)), teksturnya paling empuk (2,7537 g force). Akan tetapi, perlakuan R₄ (TT 80%: TS 5%: TP 15%) memiliki warna b* nya paling baik (0,2186) dan pori-porinya paling kecil-kecil dan seragam. Oleh karena itu, riset ini berpeluang dalam pengembangan diversifikasi olahan roti tawar dari tepung komposit berbahan baku komoditas lokal.

ABSTRAK

To reduce flour imports and increase a gluten-free healthy lifestyle, it is necessary to diversify the processing of white bread using non-wheat composite flour. In this research, the application of dough technology using the substitution of wheat flour (TT) with composite flour from breadfruit flour (TS) and banana flour (TP) is expected to increase the utilisation of local commodities in Indonesia. The research objective was to obtain the physical characteristics of white bread made from composite flour, breadfruit flour, and banana flour. The research method uses the experimental method (Experimental Method) with Randomized Block Design (RBD). The experiment consisted of 5 treatments and was repeated 3 times. The parameters of the tests were the swell test of plain bread, texture test, crust and crumb colour test, and bread pore test (Stamp analysis). The results showed that the R₅ treatment (80% TT: 0% TS: 20% TP) had the highest swelling power (2.248 ml (v/v)) and the softest texture (2.7537 g force). However, the R₄ treatment (80% TT: 5% TS: 15% TP) had the best b* colour (0.2186) and the smallest and most uniform pores. Therefore, this research has the opportunity to develop diversification of processed white bread from composite flour made from local commodities.

Pendahuluan

Dalam upaya mendukung pengurangan impor terigu dan peningkatan kesadaran masyarakat untuk hidup sehat, maka produk-produk bakeri seperti roti tawar mulai diinovasikan dengan menggunakan tepung komposit non terigu yang bebas *gluten*. Di samping itu, sebagai upaya pemanfaatan komoditas lokal, tepung komposit dapat dibuat dengan mensubstitusi terigu dengan tepung dari

buah sukun dan tepung dari buah pisang. Tepung sukun dan tepung pisang digunakan sebagai substitusi terigu pada roti tawar karena bebas gluten (*gluten free*) dan mempunyai kandungan gizi yang tinggi sehingga dapat ikut menunjang pemenuhan gizi masyarakat. Penerapan teknologi adonan berbasis tepung komposit ini diharapkan dapat meningkatkan diversifikasi pangan dengan memanfaatkan komoditas lokal di Indonesia.

Produksi roti tawar di Indonesia setiap tahun semakin meningkat. Roti tawar ini merupakan produk pangan berbasis tepung yang mengalami pemanggangan dalam proses produksinya. Pada umumnya, pembuatan roti tawar menggunakan bahan dasar terigu yang mengandung gluten. Gluten memegang peranan penting dalam pembuatan roti tawar karena bersifat *viskoelastis*, yaitu dapat melebar (*ekstensibel*) dan elastis sehingga ketika diregangkan tidak pecah dan dapat membentuk lapisan tipis yang mampu menahan gas atau udara. Sifat ini penting pada pembuatan roti yang memerlukan pengembangan tinggi. Gluten merupakan protein cadangan dalam terigu yang terdiri dari kompleks protein seperti *gliadin* dan *glutenin*. Akan tetapi, *gliadin* ini dapat menyebabkan masalah terhadap kesehatan terutama oleh para penderita *celiac disease* dan pengidap *autis*. Oleh karena itu, penting diupayakan substitusi atau penggantian terigu yang mengandung gluten dengan tepung *non* gluten.

Volume impor gandum dari tahun ke tahun semakin meningkat. Berdasarkan data APTINDO (2013), Indonesia mengimpor gandum terbanyak dari Australia (70,7%), Kanada (14,9%), Amerika Serikat (11%), dan lainnya. Oleh karena itu, untuk mengurangi impor terigu, maka sudah seharusnya kita memberdayakan komoditas lokal untuk dijadikan tepung-tepungan. Pemanfaatan berbagai tepung khas dari Indonesia ini dapat ikut meningkatkan ketahanan pangan nasional, mendorong diversifikasi pangan, serta mengoptimalkan potensi alam Indonesia. Penggunaan tepung dari komoditas lokal baik dari umbi-umbian, kacang-kacangan, dan buah-buahan sudah mulai diteliti dalam pengolahan produk bakeri. Namun, pemanfaatan sumber karbohidrat dari buah-buahan seperti buah sukun dan pisang masih relatif jarang jika dibandingkan dengan sumber karbohidrat dari umbi-umbian dan sereal. Salah satu jenis buah-buahan yang potensial dikembangkan sebagai tepung adalah buah sukun (*Artocarpus commuris*) (Heyne, 1987) dan buah pisang (*Musa paradisiaca*).

Buah sukun memiliki kandungan gizi yang baik, terutama sebagai sumber karbohidrat (302 kalori per 100 gr). Di Indonesia, sukun baru dimanfaatkan untuk pembuatan keripik sukun, sukun goreng, tape sukun, sukun rebus, pastel sukun, dan lain-lain. Padahal, sukun menyimpan keunggulan untuk dijadikan olahan lainnya. Sukun yang dibuat tepung dapat dijadikan substitusi pembuatan roti tawar. Tepung sukun (100 g) memiliki kandungan air 10,1 g, energi 353 kkal, karbohidrat 84,4 g, lemak 0,5 g, protein 2,9 g, serat 3,7 g dan abu 2,1 g (Izwardy, 2017). Buah pisang mempunyai kandungan gizi sangat baik, antara lain menyediakan energi cukup tinggi dibandingkan dengan buah-buahan lain. Pisang kaya mineral seperti kalium, magnesium, fosfor, besi, dan kalsium. Pisang juga mengandung vitamin, yaitu C, B kompleks, B6, dan *serotonin* yang aktif sebagai *neurotransmitter* dalam kelancaran fungsi otak. Tepung pisang dapat digunakan sebagai substitusi tepung terigu dalam pembuatan produk bakeri karena bebas gluten dan

mengandung karbohidrat tinggi, memiliki aroma yang khas, dan rasa yang enak.

Beberapa riset sebelumnya melaporkan bahwa pemanfaatan substitusi tepung sukun pada terigu pada pembuatan roti manis menghasilkan kualitas yang baik, volume mengembang, dan tekstur halus (Novitasari, 2017). Selanjutnya, Aprilia S (2021) melaporkan bahwa substitusi tepung sukun pada terigu menghasilkan karakteristik yang baik pada pembuatan bolu kukus. Di samping itu, riset pemanfaatan tepung komposit dari tepung pisang dan tepung beras menghasilkan karakteristik yang baik pada roti utti (Halisa, 2021). Selanjutnya, Bachriany (2020) melaporkan bahwa substitusi tepung pisang nangka pada pembuatan roti manis menghasilkan volume roti yang mengembang dan tekstur yang lembut.

Berdasarkan pengetahuan kami, riset-riset pemanfaatan substitusi tepung sukun dan tepung pisang pada roti manis, bolu kukus, dan *cookies* pernah dilakukan, akan tetapi pemanfaatan substitusi terigu dengan tepung komposit sukun dan pisang pada roti tawar masih belum ada. Oleh karena itu, penggunaan tepung komposit dalam pembuatan roti tawar memerlukan pengkajian yang lebih mendalam, karena formulasi yang berbeda akan mempengaruhi karakteristik fisik dan mutu dari roti tawar. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji karakteristik fisik dari roti tawar berbasis tepung komposit terigu, sukun, dan pisang sehingga diperoleh karakteristik yang baik dalam pembuatan roti tawar.

Metodologi

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Pangan dan Keteknikan Pengolahan Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian pada bulan Juni sampai Agustus 2017.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung terigu protein tinggi merk Bogasari, tepung sukun merk Lingkar organik, tepung pisang merk Lingkar organik, ragi roti, susu skim, mentega putih, wijen dibeli dari toko bakeri di daerah dari Bandung.

Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital, mangkuk, gelas ukur 250 ml, *dough mixer*, *proofer*, sendok kecil, mangkuk kecil, baskom, oven, loyang roti, *slicer*, seperangkat alat ukur *stamp*, TA-XT2 *texture analyzer* (*Stable Micro System*, Surrey, UK), *chromameter* (Konica Minolta Co., Osaka, Japan).

Metode yang digunakan adalah *Experimental Method* dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Percobaan terdiri dari 5 perlakuan dan diulang sebanyak 3 kali. Uji statistik yang digunakan untuk mengetahui minimal sepasang perlakuan yang berbeda nyata adalah sidik ragam univariate pada taraf 5%. Selanjutnya, untuk menguji perbedaan nilai rata-rata perlakuan digunakan uji lanjut Duncan pada taraf nyata 5% (Gasperz, 1995).

Hasil dan Pembahasan

Mutu roti tawar yang baik bisa dinilai dari beberapa kriteria yang paling umum digunakan yaitu, tingkat pengembangan, porositas, tekstur, warna, dan pori roti tawar.

A. Uji Pengembangan Roti Tawar

Daya pengembangan roti merupakan kemampuan roti mengalami pertambahan ukuran sebelum dan setelah proses pemanggangan. Menurut U.S Wheat Associates (1983), volume roti merupakan hal penting bagi konsumen karena makin besar volume roti maka makin lembut rotinya. Metode yang digunakan dalam analisis pengembangan volume adalah *Rapeseed Displacement (v/v)* (AACC, 10-05 dikutip USDA, 2004). Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan rasio komposisi tepung sukun dan tepung pisang dalam pembuatan roti tawar memberikan pengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap pengembangan roti tawar yang dihasilkan. Hasil analisis uji lanjut pengembangan volume roti tawar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Volume Pengembangan Roti Tawar

Perlakuan	Volume Pengembangan (ml (v/v))
R ₁ (TT 80%: TS 20%: TP 0%)	1,9517 ^d
R ₂ (TT 80%: TS 15%: TP 5%)	1,9980 ^d
R ₃ (TT 80%: TS 10%: TP 10%)	2,1298 ^c
R ₄ (TT 80%: TS 5%: TP 15%)	2,1826 ^b
R ₅ (TT 80%: TS 0%: TP 20%)	2,2486 ^a

Keterangan: Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa volume pengembangan roti tawar semakin meningkat seiring dengan bertambahnya tepung pisang dan semakin menurun dengan semakin bertambahnya tepung sukun yang digunakan. Rata-rata pengembangan volume roti berbeda nyata untuk setiap perlakuan kecuali pada perlakuan R₁ dan R₂ tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan karena tingkat pengembangan erat kaitannya dengan kemampuan adonan menahan gelembung-gelembung CO₂ yang dihasilkan selama proses fermentasi (Wijayanti, 2007).

Pada perlakuan R₅ menghasilkan daya kembang roti tawar yang paling optimal karena mampu membentuk jaringan yang kuat sehingga dapat menahan keluarnya gas CO₂ dari dalam adonan. Selain itu, komposisi gula yang cukup tinggi pada tepung pisang diduga juga dapat memperbaiki sifat pati dari tepung sehingga adonan menjadi mengembang. Menurut Mochammad A (2011), fungsi ragi (*yeast*) dalam pembuatan roti adalah untuk proses aerasi adonan dengan mengubah gula menjadi gas karbondioksida, sehingga mematangkan dan mengempukan gluten dalam adonan.

Perlakuan R₄ dan R₃ tidak mampu membentuk jaringan yang cukup kuat, sehingga gas CO₂ banyak yang keluar dari adonan yang mengakibatkan pengembangan yang lebih kecil dari R₅. Akan tetapi, perlakuan R₁ dan R₂ dapat membentuk jaringan yang terlalu rapat dan kuat

sehingga gas terperangkap akibatnya adonan tidak dapat mengembang dengan semestinya. Hal ini diduga karena kandungan pati yang tinggi pada tepung sukun sehingga menyebabkan ragi tidak mendapatkan makanan yang cukup selama fermentasi sehingga gas yang dihasilkan pun sedikit. Selain itu kandungan serat makanan pada tepung sukun yang cukup tinggi pun dapat menurunkan kemampuan jaringan gluten yang terbentuk dalam memerangkap udara.

Pengembangan volume roti pada penelitian ini memiliki pengembangan volume yang baik karena pada perlakuan R₃, R₄, dan R₅ dapat mengembang lebih dari 2 kali lipat. Sesuai dengan pendapat U.S Wheat Associates (1981), pengembangan volume roti yang baik adalah 2-3 kali lipat dari adonan awal. Gluten merupakan campuran protein *gliadin* dan *glutenin* biji tumbuhan (sereal) yang dapat menyebabkan adonan liat/kenyal dan sangat berpengaruh pada tingkat pengembangan roti (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Pada tahap fermentasi, gas yang terbentuk oleh khamir akan tertahan oleh jaringan gluten yang terbentuk dari *glutenin* dan *gliadin* yang dibasahi, hasilnya adonan roti akan mengembang. Gluten penting sekali sebagai penahan gas-gas yang terbentuk selama fermentasi dan sebagai pembentuk struktur roti (Bushuk, 1974 dikutip Sunandar 2004). Menurut Pomeranz dan Shellenberger (1971) dan Winarno (1994) menyatakan bahwa terigu mengandung protein *gliadin* dan *glutenin* yang akan membentuk gluten dan berinteraksi dengan komponen-komponen bahan lainnya dalam proses pengulenan sehingga berperan penting dalam pengembangan adonan. Keseimbangan antara produksi gas dan kemampuan adonan menahan gas menjadi tolak ukur berhasilnya pengembangan roti.

B. Uji Tekstur Roti Tawar

Tekstur memiliki pengaruh penting pada roti tawar, tekstur meliputi kerenyahan, kelembutan, kekerasan, dan lain-lain. Salah satu parameter mutu roti yang baik adalah tekstur *crumb* yang empuk. Menurut Kartika dkk (1988) dalam Suprianto (2015), tekstur merupakan sensasi tekanan yang dapat diamati dengan mulut (pada waktu digigit, dikunyah, dan ditelan) ataupun perabaan dengan jari. Analisis Tekstur pada roti tawar menggunakan *Texture Analyzer* (Gunasekaran dan Mehmet, 2003). Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan rasio komposisi tepung sukun dan tepung pisang dalam pembuatan roti tawar memberikan pengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap tekstur roti tawar yang dihasilkan. Hasil analisis uji lanjut tekstur roti tawar dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Tekstur Roti Tawar

Perlakuan	Tekstur (g force)
R ₁ (TT 80%: TS 20%: TP 0%)	3,7704 ^a
R ₂ (TT 80%: TS 15%: TP 5%)	3,1396 ^b
R ₃ (TT 80%: TS 10%: TP 10%)	3,0895 ^b
R ₄ (TT 80%: TS 5%: TP 15%)	2,9270 ^c
R ₅ (TT 80%: TS 0%: TP 20%)	2,7537 ^d

Keterangan: Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Dari Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa tekstur roti tawar semakin keras seiring bertambahnya tepung sukun dan semakin empuk seiring bertambahnya tepung pisang yang digunakan. Hal ini diduga disebabkan oleh komposisi pati pada tepung sukun yang lebih besar jika dibandingkan dengan tepung pisang. Pati pada tepung sukun mempunyai kandungan amilosa yang memberikan sifat keras. Oleh karena itu, semakin banyak penambahan komposisi pati sukun, tekstur roti tawar akan semakin keras dan elastisitasnya semakin menurun. Selain itu, tepung sukun memiliki kandungan protein yang cukup rendah yaitu 3,6% sehingga menyebabkan roti tawar menjadi keras. Hal ini sesuai dengan pendapat Handayani dalam Ratih (2011) bahwa salah satu komponen utama dalam tepung yang berpengaruh terhadap tekstur adalah protein. Lemak pada tepung sukun relatif rendah sekitar 0,8 g per 100 gr bahan (FAO, 1972) sehingga membuat roti menjadi keras. Lemak dapat memperbaiki struktur fisik seperti pengembangan, kelembutan, tekstur dan aroma. Produk dengan kandungan protein yang tinggi membutuhkan lemak yang tinggi pula untuk mencegah penurunan absorpsi air. Apabila absorpsi air menurun maka akan dihasilkan produk dengan tekstur keras dan padat (Matz, 2001). Sebaliknya, kandungan lemak pada tepung pisang raja (4,4 g) lebih tinggi dari pada tepung pisang sehingga membuat roti menjadi lebih empuk.

Selanjutnya, nilai rata-rata kekerasan berbeda nyata pada semua perlakuan kecuali pada perlakuan R₂ dan R₃ tidak berbeda nyata. Pada perlakuan R₁ berbeda nyata paling besar diantara semuanya. Hal ini disebabkan karena R₁ mengalami pengembangan volume yang rendah sehingga memerlukan daya dorong yang paling besar diantara semuanya. Menurut Yovita (2007) dalam Hidayati (2013) menyatakan bahwa tingkat kekerasan roti disebabkan oleh penurunan volume roti karena tingkat pengembangan yang menurun dan disebabkan kadar gluten yang berkurang sehingga gas yang dapat ditahan menurun. Apabila jumlah gluten dalam adonan sedikit menyebabkan adonan kurang mampu menahan gas, sehingga pori-pori yang terbentuk dalam adonan juga kecil-kecil. Akibatnya adonan tidak mengembang dengan baik, maka setelah pembakaran selesai akan menghasilkan produk yang keras (Singh *et. al.* dalam Ratih, 2011).

Sebaliknya, penambahan tepung pisang membuat tekstur roti tawar menjadi lebih empuk sehingga mengurangi tekstur keras yang disebabkan oleh penambahan tepung sukun. Tepung pisang memiliki kandungan glukosa dan protein yang cukup tinggi sehingga membuat tekstur roti tawar menjadi lebih empuk. Tepung pisang menghasilkan dekstrin dan gula-gula sederhana yang dibutuhkan ragi untuk merombak gula-gula tersebut menjadi alkohol dan CO₂. Di samping itu, tepung sukun memiliki serat yang cukup tinggi sekitar 4,22g sedangkan tepung pisang hanya 2g akibatnya dengan semakin bertambahnya tepung sukun maka pembentukan gluten mengalami penurunan, karena komponen seperti serat makanan dapat menurunkan kerja gluten untuk menangkap udara, yang mengakibatkan penurunan pengembangan adonan sehingga adonan menjadi bantat (Pomeranz *et al.*, 1971).

Perbedaan tekstur atau tingkat kekerasan (*firmness*) roti tawar dipengaruhi oleh volume pengembangannya. Semakin tinggi volume pengembangannya maka semakin empuk roti. Adanya pori-pori roti menyebabkan tekstur menjadi lunak. Menurut Yovita (2007) dalam Hidayati (2013) menyatakan bahwa tingkat kekerasan roti disebabkan oleh penurunan volume roti karena tingkat

pengembangan yang menurun dan disebabkan kadar gluten yang berkurang sehingga gas yang dapat ditahan menurun. Pembentukan gas pada proses fermentasi sangat penting karena gas yang dihasilkan akan membentuk struktur seperti busa, sehingga aliran panas ke dalam adonan dapat berlangsung cepat pada saat *baking*. Panas yang masuk ke dalam adonan akan menyebabkan gas dan uap air terdesak ke luar dari adonan, sementara terjadi proses gelatinisasi pati sehingga terbentuk struktur yang *frothy* (porous seperti busa) dan menyebabkan tekstur menjadi lebih lembut (Sernadi Nyoman, 2012 dikutip Ramadhani, 2014).

C. Uji Warna pada Roti Tawar

Warna pada roti tawar bisa kita lihat dari bagian *crust* (kulit roti) dan *crumb* (bagian dalam roti). Warna roti mempengaruhi kualitas roti. Parameter yang bisa digunakan untuk menentukan warna adalah nilai L*, a*, dan b*. Nilai L* menunjukkan kecerahan roti, semakin besar nilai L* maka warna roti tawar semakin cerah. Nilai a* menunjukkan warna kromatik hijau-merah, semakin besar nilai a positif, warna roti tawar semakin merah. Nilai b* menunjukkan warna kromatik biru-kuning, semakin besar nilai b positif maka warna roti tawar semakin kuning (deMan, 2003).

Berdasarkan hasil analisis statistik, perlakuan rasio komposisi tepung sukun dan tepung pisang dalam pembuatan roti tawar terhadap nilai L* (kecerahan) dan nilai a* tidak memberikan pengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap warna roti tawar yang dihasilkan. Sedangkan nilai b* memberikan pengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap warna roti tawar yang dihasilkan. Semakin banyak penambahan tepung sukun dan tepung pisang membuat warna roti tawar menjadi lebih gelap dan kusam karena dipengaruhi oleh warna tepung sukun dan tepung pisang yang kecoklatan dan lebih gelap dibandingkan dengan warna tepung terigu. Widowati, *et.al.* (2010) menyatakan bahwa kendala dalam pembuatan tepung sukun dan tepung pisang adalah terjadinya warna coklat saat diproses menjadi tepung. Adapun hasil analisis uji lanjut warna nilai b* pada roti tawar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Warna b* Roti Tawar

Perlakuan	Rata-Rata
R ₁ (TT 80%: TS 20%: TP 0%)	0,1871 ^c
R ₂ (TT 80%: TS 15%: TP 5%)	0,2002 ^{bc}
R ₃ (TT 80%: TS 10%: TP 10%)	0,2150 ^b
R ₄ (TT 80%: TS 5%: TP 15%)	0,2186 ^b
R ₅ (TT 80%: TS 0%: TP 20%)	0,2547 ^a

Keterangan: Rata-rata perlakuan yang ditandai huruf yang sama tidak berbeda nyata menurut Uji Duncan pada taraf 5%

Dari Tabel 3 di atas dapat dilihat bahwa warna b* semakin besar seiring dengan penambahan pisang dan semakin kecil seiring bertambahnya tepung sukun. Nilai rata-rata perlakuan R₅ berbeda nyata lebih besar dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, sedangkan perlakuan R₁ berbeda nyata paling kecil bila dibandingkan perlakuan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena tepung pisang memiliki kandungan gula yang lebih tinggi daripada tepung sukun sehingga ketika *baking* menghasilkan warna *crust* dan *crumb* yang lebih kuning kecoklatan. Adonan

yang memiliki kandungan gula pereduksi tinggi akan menyebabkan proses reaksi saat pemanggangan, sehingga warna coklat pada *crust* akan muncul. Menurut Daniell (1987), pembentukan warna coklat pada *crust* disebabkan oleh reaksi *maillard* yang terjadi selama pemanggangan. Menurut U.S Wheat Associates, 1981, warna *crumb* yang baik berwarna krem, tidak terlalu putih, dan tidak terlalu coklat tanpa noda gelap. Dari hasil penelitian, warna *crust* pada bagian atas lebih coklat dibandingkan warna bagian samping karena *crust* bagian atas kontak langsung dengan panas selama pemanggangan.

Warna kuning kecoklatan pada *crust* roti tawar menunjukkan adanya pencoklatan. Menurut winarno (2004), terdapat tiga macam reaksi pencoklatan. Protein yang terdapat pada tepung dan gula-gula yang terkandung dalam pati dapat melangsungkan reaksi *maillard* dengan sempurna sehingga memberikan kecerahan dan warna coklat keemasan pada roti, pencoklatan terjadi karena reaksi *maillard* dan karamelisasi.

D. Uji Pori Roti

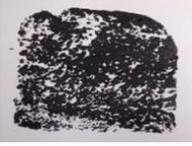
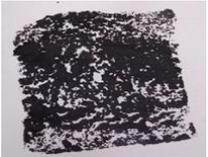
Pori-pori merupakan sekumpulan lubang atau sel udara yang terdapat pada roti dan terbentuk selama proses fermentasi atau pemanggangan. Menurut Kartiwan dkk (2007). Roti yang bermutu baik ditandai dengan adanya penyebaran pori-pori yang merata. Porositas pada roti dapat terbentuk saat proses pembentukan adonan, proses fermentasi sampai pada saat pemanggangan. Selama proses fermentasi berlangsung tingkat pengembangan roti semakin bertambah, hal itu disebabkan karena adanya gas CO₂ yang dihasilkan dan kandungan gluten pada adonan. Gluten berfungsi menjaga adonan tetap kokoh dan dapat menahan gas CO₂ selama proses fermentasi. Pada pembuatan roti, *glutenin* menentukan waktu pencampuran dan pengembangan adonan, sedangkan *gladin* menentukan volume roti. Pada saat dipanggang adonan akan membentuk struktur seperti spons yang memiliki pori-pori (Jacobs, dalam Adiwijaya 2003).

Uji pori dilaksanakan dengan uji *stamp*. Hasil dari uji *stamp* menunjukkan bahwa pori-pori roti perlakuan R₅ berukuran paling besar diantaranya semuanya, kemudian diikuti pori roti R₄, R₃, R₂, dan yang paling kecil pori-porinya adalah R₁. Dari gambar pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa dengan semakin bertambahnya tepung pisang dan semakin sedikitnya tepung sukun maka pori-pori akan semakin membesar dan semakin banyak. Hal ini berkaitan erat dengan pengembangan volume dan tekstur roti. Jumlah pori pada roti yang bermutu baik ditandai dengan penyebaran pori-pori yang merata (Kartiwan dkk, 2007).

Menurut Aurand *et al.*, (1987), roti tawar yang baik memiliki ukuran pori-pori yang kecil dan seragam. Menurut Lembong (2011), penyebab pori tidak seragam adalah struktur adonan roti yang terbentuk tidak kokoh, sehingga gas dapat keluar dari struktur awal dan bergabung dengan struktur lainnya, sampai akhirnya membentuk pori yang besar. Keseragaman pori disebabkan karena gluten dalam adonan masih dapat meregang dan menahan gas dengan baik. Pori-pori yang besar dan tidak seragam diduga dipengaruhi keelastisan gluten menurun akibatnya gluten tidak mampu menahan gas sehingga gas yang keluar terperangkap kembali dibagian lain membentuk pori-pori besar dan menyebabkan pori-pori yang dihasilkan tidak seragam. Menurut Sultan (1986), terbentuknya pori-pori yang tidak seragam disebabkan penanganan adonan yang

tidak benar, fermentasi yang terlalu lama, dan penggunaan tepung terigu protein rendah. Selanjutnya menurut Sultan (1986), gluten yang kurang elastis akan berkurang juga kemampuannya untuk menahan gas bahkan struktur gluten dapat robek pada beberapa bagian sehingga gas keluar dan terperangkap di bagian lain membentuk pori-pori besar pada *crumb* dan terlihat tidak seragam. Foto pori-pori roti tawar pada berbagai rasio tepung dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Foto Pori-Pori Roti Tawar Pada berbagai Rasio Tepung

Perlakuan	Foto Hasil Stamp Roti Tawar
R ₁ (TT 80%: TS 20%: TP 0%)	
R ₂ (TT 80%: TS 15%: TP 5%)	
R ₃ (TT 80%: TS 10%: TP 10%)	
R ₄ (TT 80%: TS 5%: TP 15%)	
R ₅ (TT 80%: TS 0%: TP 20%)	

Pegamatan keseragaman roti dengan metode stempel merupakan pengamatan produk roti sehingga dapat melihat lebih jelas mengenai struktur keseragaman pori bagian dalam tanpa menggunakan mekanisme yang rumit tapi dapat mewakili dan dapat mendeskripsikan secara manual struktur pori bagian dalam atau *crumb*. Pori-pori yang terdapat pada roti terdiri dari beberapa macam karakteristik: pori roti seragam, kurang seragam, tidak seragam. Penilaian keseragaman pori roti pun memiliki parameter yang berbeda, terdapat pori-pori yang kecil, sedang dan besar.

Pada perlakuan R₅ Pori-pori roti tampak terlalu besar. Dalam satu lembar roti terdapat pori-pori yang berukuran besar dan kecil dengan penyebaran yang tidak merata. Hal ini disebabkan karena pembentukan CO₂ yang terlalu berlebihan pada saat fermentasi akibat kandungan gula yang tinggi dan struktur yang terbentuk tidak kokoh, hingga gas dapat keluar dari struktur awal dan bergabung dengan struktur lainnya sehingga membentuk pori besar. Akan tetapi, pada perlakuan R₄ pori roti tampak lebih seragam dan berukuran tidak terlalu besar. Hal ini disebabkan karena persentase dari tepung sukun dan tepung pisang dianggap tepat sehingga pembentukan gas pada saat fermentasi tidak terlalu banyak dan juga tidak terlalu sedikit. Sedangkan pada perlakuan R₁ dan R₂, pori-pori roti tampak kurang mengembang, pori terlalu kecil dan rapat, terdapat pula pori yang besar di sebagian area seragam sehingga roti tawar menjadi bantat. Pori-pori terbentuk pada saat proses fermentasi, pada saat itu aktivitas ragi mulai meningkat, adonan mengembang, volume adonan bertambah akibat produksi gas karbondioksida oleh ragi, gluten menjadi lebih lembut dan elastis akibat pengaruh alkohol dan keasaman, dan gluten membentuk lapisan tipis yang menahan gas.

Keseragaman pori roti semakin menurun dengan semakin tinggi substitusi tepung pisang dan ukuran porinya semakin kecil (bantat) dengan semakin banyak penambahan tepung sukun. Menurut Aurand *et al.*, (1987), pori-pori roti yang baik adalah ukuran pori-pori yang kecil dan seragam diseluruh bagian *crumb*. Menurut Daniel (1987) menyatakan adanya penambahan tepung yang tidak mengandung gluten dapat menurunkan mutu. Penambahan bahan non gandum pada roti dapat mengganggu usaha gluten untuk mempertahankan gas, menghasilkan keseragaman pori yang kurang baik sehingga berpengaruh langsung pada kemampuan roti tawar.

Kesimpulan

Perlakuan rasio komposisi tepung sukun dan tepung pisang dalam pembuatan roti tawar memberikan pengaruh nyata ($P \leq 0,05$) terhadap daya kembang, tekstur, warna nilai b*, dan pori-pori roti tawar. Roti tawar yang disubstitusi tepung pisang 20% dan tepung sukun 0% memiliki daya kembang tertinggi dan tekstur paling empuk. Sedangkan roti tawar yang disubstitusi tepung pisang 15% dan tepung sukun 5% memiliki warna nilai b* yang paling bagus pada bagian *crust* dan *crumb* karena tidak terlalu kecoklatan dan memiliki pori-pori yang kecil dan seragam. Riset ini memberikan peluang dalam pengembangan diversifikasi pengolahan roti tawar di masa mendatang.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih Kami ucapkan kepada Universitas Padjadjaran yang telah memberikan pendanaan melalui skema Hibah Riset Dasar Unpad (RDU).

Daftar Pustaka

Aprilia D.T, Pangesti L.T, Handayani S, Indrawati V. 2021. Pengaruh Substitusi Tepung Sukun terhadap Sifat

- Organoleptik Bolu Kukus. *Jurnal Tata Boga* Vol. 10 No. 2 (2021) 314-323 ISSN: 2301-5012
- Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia (APTINDO). 2013. Laporan APTINDO Tahun 2013. APTINDO. Jakarta.
- Bachriany I.S. 2020. Pengaruh Substitusi Tepung Pisang Nangka Terhadap Kualitas Roti Tawar. Skripsi. Universitas Negeri Jakarta.
- Danield A.R. 1987. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Penerjemah Muchji Muljoharjo, UI-Press, Jakarta.
- DeMan, J.M. 2003. *Kimia Makanan Edisi Kedua*. Penerbit: Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Gaspersz, V.1994. *Metode Perancangan Percobaan*. Amrico, Bandung.
- Halisa N dan Zainal Z. 2021. Pengaruh Penggunaan Tepung Pisang dan Lama Fermentasi Terhadap Sifat Fisikokomia Roti Utti. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 3 (2) 2021, 1-10.
- Izwardy D. 2017. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Kementerian Kesehatan RI, Jakarta.
- Lembong E, 2011. Peningkatan Fungsionalitas Karbohidrat Tepung Sorgum dan Tepung Terigu oleh enzim α -amylase dan Glukoamilase dari Ragi *Saccharomycopsis fibuligera* pada pembuatan roti. Universitas Padjadjaran Bandung.
- Matz, S.A. 2001. *Cookies and Crackers Technology*. The AVI Publishing Company Inc. Westport. Connecticut.
- Matz, Samuel A. (1992). *Teknologi Bakery dan Rekayasa*. The AVI Publishing Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Mochammad Agus Krisno Budiyo, Dr.M.Kes. Posted December 27, 2011. Peranan Jamur Ragi *Saccharomyces cerevisiae* sebagai fermentasi roti. (Novitasari H, Elida, dan Starief W. 2017). Pengaruh Substitusi Tepung Sukun Terhadap Kualitas Roti Manis. Skripsi. Universitas Negeri Padang.
- Pomeranz, J. Dan J.A. Shellenberger, 1971. *Bread Science and Technology*. The AVI Publishing Co, Inc, Westport, Connecticut.
- Ratih T. 2011. Pemanfaatan Tepung Suweg (*Amorphopallus Campanulatus*) Sebagai Substitusi Tepung Terigu Pada Pembuatan *Cookies*. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sultan, W.J. 1986. *Practical Baking*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- U.S Wheat Associates. 1981. *Pedoman Pembuatan Roti dan Kue*. Djambatan, Jakarta.
- Widowati, S., B.A.S. Santosa, Roswita S., Hernani, Suismono, Ridwan R., Ira M., Febriyezi S.P.,Heti H. 2010. Model Penerapan Teknologi Produksi 1ton Tepung Sukun Bermutu Premium dengan Efisiensi Biaya Produksi 50 % dan Pengembangan 5 macam Produk Olahannya (snack food) di kab. Cilacap. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian.

Wijayanti, 2007. *Substitusi Tepung Gandum (Triticum aestivum) Dengan Tepung Garut (Maranta arundinaceae L) Pada Pembuatan Roti Tawar*. Skripsi S1 Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Penerbit: PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.