

Pengaruh Komposisi Kimia dan Sifat Reologi Tepung Terigu terhadap Mutu Roti Manis

Effect of Chemical Composition and Rheological Properties of Wheat Flour to the Quality of Sweet Bread

Feri Kusnandar*, Harya Danniswara, Agus Sutriyono

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University, Bogor

Abstract. *Wheat flour is the main ingredient in bread processing. Wheat flour manufacturers produce quality wheat flour suitable for bread in term of its chemical composition and rheological properties. This study compared four types of wheat flours (premium high protein, high protein, economic high protein, and medium protein) produced by PT XYZ (namely GC, GE, KR and BS) with wheat flours produced by other manufacturers (TTK1 to TTK8) in the making of sweet bread. Chemical composition (moisture, ash, protein and gluten), Farinograph profile and sensory quality of the resulting sweet bread were compared. The quality of GC flour had a high moisture and lower protein content than wheat flours in the same class (TTK1, TTK2). This affected the rheological characteristics, i.e a low development time and stability, as well as a high mixing tolerance index (MTI). The KR flour had a higher ash content than other flours in the same class (TTK5, TTK6), while BS flour had a higher moisture content than TTK7 and TTK8. The moisture content of wheat flour had negative correlations on sweet bread taste, while the ash had negative correlations on aroma, crumb, and taste. The protein and gluten of wheat flour affected its rheological characteristics, hence contributed to volume, crumb and softness of sweet bread.*

Keywords: *baking test, chemical composition, rheology, sweet bread, wheat flour*

Abstrak. Tepung terigu merupakan ingredien utama dalam pembuatan roti. Industri tepung terigu memproduksi tepung terigu yang sesuai untuk pembuatan roti, yaitu berdasarkan komposisi kimia dan sifat reologinya. Penelitian ini membandingkan empat jenis tepung terigu dari kelas yang berbeda (protein tinggi premium, protein tinggi, protein tinggi ekonomi dan protein sedang) yang diproduksi oleh PT XYZ (GC, GE, KR dan BS) dengan tepung terigu komersial lain dari produsen lain pada kelas yang bersesuaian (TTK-1 s/d TTK8) dan melihat pengaruhnya pada roti manis yang dihasilkan. Komposisi kimia (air, abu, protein dan gluten), profil Farinograph dan mutu sensori dari roti manis yang dihasilkan dibandingkan. Mutu tepung GC memiliki kadar air yang tinggi dan kadar protein yang lebih rendah daripada tepung terigu di kelasnya (TTK1 dan TTK2). Hal ini memengaruhi rendahnya *development time* dan *stability*, serta tingginya *mixing tolerance index* (MTI). Tepung KR memiliki kadar abu yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu komersial lain di kelasnya (TTK5 dan TTK6), sedang tepung BS memiliki kadar air lebih tinggi daripada TTK7 dan TTK8. Kadar air tepung terigu berkorelasi negatif terhadap rasa dari roti manis, sedangkan kadar abu berkorelasi negatif terhadap aroma, *crumb* dan rasa. Kadar protein dan gluten dari tepung terigu memengaruhi sifat reologinya, yang berkontribusi pada volume, *crumb* dan *softness* dari roti manis.

Kata kunci: *baking test, komposisi kimia, roti manis, reologi, tepung terigu*

Aplikasi Praktis: Penelitian ini memberikan informasi kepada masyarakat dan pelaku usaha tentang komposisi kimia (kadar air, abu, protein, gluten basah) serta sifat reologi (*daya serap air, development time, stability* dan *Mixing Tolerance Index*) dari tepung terigu komersial, yang dapat dijadikan sebagai dasar untuk menentukan kesesuaian pemanfaatannya sebagai bahan baku dalam pembuatan roti manis.

PENDAHULUAN

Tepung terigu merupakan hasil penggilingan dari endosperma gandum (*Triticum aestivum*). Jenis gandum yang digunakan akan menentukan komposisi kimia dan sifat reologi tepung terigu, dan tujuan penggunaannya dalam produk pangan. Gandum untuk pembuatan tepung terigu dikelompokkan berdasarkan kadar proteinnya, yaitu *hard red winter, soft red winter, hard red spring,*

hard white, soft white dan *durum* (Abdelaleema dan Al-Azaba 2021). Di antara jenis gandum tersebut, yang banyak diaplikasikan dalam produk roti adalah jenis *hard red winter*, yaitu tepung terigu yang memiliki protein tinggi, gluten kuat, dan daya serap air tinggi (Tosi *et al.* 2018). Di Indonesia, standar mutu tepung terigu diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3751-2009 (BSN 2009).

Tepung terigu dikelompokkan berdasarkan kadar protein dan kadar glutennya, yaitu: 1) kadar protein tinggi (12–14%) dengan kadar gluten basah (33–39%); 2) kadar protein sedang (10–12%) dengan kadar gluten basah (27–33%); dan 3) kadar protein rendah (8–10%) dengan kadar gluten basah (21–27%). Tepung terigu dengan kandungan protein dan gluten tinggi diperlukan untuk pembuatan roti (Gisslen 2009). Tepung terigu yang digunakan di industri roti umumnya adalah tepung terigu yang memiliki kadar protein sedang hingga tinggi, karena diperlukan lebih banyak gluten agar adonan dapat mengembang secara maksimal (Sutriyono *et al.* 2016).

Keunikan tepung terigu dibandingkan bahan baku lainnya terletak pada kemampuannya membentuk gluten (Aydoğan *et al.* 2015). Fraksi protein glutenin dan gliadin dari tepung terigu adalah konstituen utama dari gluten, dilihat dari segi kuantitas dan karakter dasar dari gluten. Gluten juga tersusun oleh sejumlah kecil lemak dan senyawa pentosan (Tosi *et al.* 2018). Fraksi gliadin merupakan fraksi protein yang sangat heterogen dan bertanggung jawab terhadap sifat kental dari adonan saat pencampuran. Fraksi glutenin adalah protein polimer yang mempunyai derajat ikatan intermolekuler yang tinggi, mengurangi ekstensibilitas dari adonan, dan bertanggung jawab terhadap kekuatan dan elastisitas adonan (Aydoğan *et al.* 2015).

Dalam pembuatan roti, adonan yang baik ditunjukkan oleh kekuatan gluten (*gluten strength*) yang tinggi, yang merupakan kombinasi dari ekstensibilitas, elastisitas dan plastisitas. Jenis dan kuantitas protein gluten penting dalam menentukan pembuatan roti (Aydoğan *et al.* 2015). Tepung terigu yang memiliki kandungan protein yang tinggi memiliki kekuatan gluten yang tinggi yang ditunjukkan oleh kemampuan penyerapan air yang besar, adonan yang elastis, dan volume roti yang besar. Sebaliknya tepung terigu dengan kadar protein yang rendah menghasilkan kekuatan gluten yang rendah, sehingga tidak mampu menghasilkan sifat adonan dan mutu roti yang baik (Aydoğan *et al.* 2015; Sollner 2016).

Kualitas dari matriks gluten yang terbentuk dapat diukur melalui analisis reologi dari adonan tepung terigu. Pemahaman terhadap perilaku reologi dari tepung terigu dibutuhkan untuk mendapatkan deskripsi kuantitatif yang bermanfaat untuk memprediksi mutu produk akhir, di antaranya kebutuhan pada proses pencampuran, toleransi dan konsistensi adonan (Amjid *et al.* 2013; Hadnađev *et al.* 2013; Niveditha dan Chidanand 2019).

Roti terbagi menjadi beberapa jenis, dan perbedaan mutu antara jenis roti dipengaruhi oleh jumlah dan jenis bahan baku yang ditambahkan (Cauvain 2020). Roti manis merupakan roti yang dibuat dengan penambahan gula yang banyak. Jumlah gula yang banyak menyebabkan munculnya perbedaan tahapan dan kondisi produksi roti manis dibandingkan roti tawar. Roti yang bermutu baik secara organoleptik dapat diperoleh dengan penggunaan jenis dan jumlah bahan baku yang tepat, salah satunya adalah tepung terigu sebagai bahan baku utama. Bahan baku lainnya dalam pembuatan roti manis adalah ragi, garam, gula, lemak, *improver* dan air. Mutu dari

tepung terigu yang digunakan akan menentukan mutu roti yang dihasilkan. Proses pembuatan roti memerlukan campuran tepung terigu dan air untuk menghasilkan matriks gluten yang mampu menangkap gas karbon-dioksida dari hasil fermentasi ragi. Mutu roti manis juga dipengaruhi oleh bahan lain yang ditambahkan, seperti *improver* (Kartikasari *et al.* 2019; Bilyk *et al.* 2020), jenis sumber lemak (Raghavendra *et al.* 2022), dan ragi (Filipović *et al.* 2020).

Sifat fisik dari tepung terigu untuk produksi roti terlihat dari reologi adonannya, yaitu sifat resistensinya terhadap proses pencampuran yang dapat berguna untuk memprediksi mutu sensori dari produk akhirnya (Aydoğan *et al.* 2015; Niveditha dan Chidanand 2019). Sifat fisik lain dari tepung terigu juga dapat diamati melalui implementasi langsung pada pembuatan produk akhir dengan *baking test* (MacRitchie 2014). Hal ini diperlukan karena adonan tepung terigu mengalami perlakuan yang lebih beragam saat proses pencampuran dan pemanggangan dibandingkan saat pengujian reologi (Hadnađev *et al.* 2013). Hasil analisis ini berguna untuk memprediksi kebutuhan dalam proses pencampuran, toleransi terhadap *over-mixing*, konsistensi adonan selama proses produksi, serta tekstur dari produk akhirnya. Menurut Amjid *et al.* (2013), tepung terigu yang kuat (protein tinggi) akan cenderung memiliki daya serap air yang tinggi, *development* cepat dan *breakdown* minimal. Tepung terigu yang lebih lemah memiliki *breakdown* yang lebih cepat dan daya serap air yang rendah.

Industri tepung terigu umumnya memproduksi berbagai jenis tepung terigu dengan kelas mutu yang berbeda, yang didasarkan pada kandungan proteinnya. Masing-masing tepung memiliki komposisi kimia, dan karakteristik reologi yang berbeda. Dalam penelitian ini, tepung terigu yang diproduksi oleh PT. XYZ dibandingkan dengan tepung terigu dari industri lainnya pada kelas mutu yang sama, untuk dapat diketahui posisinya terhadap tepung lain, khususnya sebagai bahan baku produksi roti manis. PT. XYZ memproduksi empat kelas tepung terigu, yaitu tepung terigu protein tinggi kelas premium, protein tinggi, protein tinggi kelas ekonomis, protein sedang, protein rendah dan lain sebagainya. Tepung terigu protein tinggi diperuntukkan dalam pembuatan produk yang membutuhkan banyak gluten untuk pengembangan (roti), tepung terigu protein sedang untuk penggunaan serba guna, sedangkan protein rendah untuk pembuatan produk yang kurang membutuhkan pengembangan (misalnya *cookies*). Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan komposisi kimia dan sifat reologi tepung terigu komersial yang diproduksi oleh PT. XYZ dari empat kelas mutu yang berbeda dengan tepung terigu komersial lain pada kelas yang sama, serta membandingkan mutu sensori roti manis yang dihasilkannya.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Tepung terigu komersial yang dikarakterisasi komposisi kimia dan reologinya adalah sebanyak 12 jenis

tepung, yaitu empat tepung terigu komersial yang diproduksi oleh PT. XYZ (GC, GE, KR, dan BS) dan delapan tepung terigu komersial yang diproduksi oleh produsen tepung terigu lainnya (TTK 1 s/d TTK8). Tepung terigu dikelompokkan menjadi empat kelas berdasarkan merek di pasaran oleh PT XYZ, yaitu 1) tepung terigu kelas 1 (protein tinggi premium), yaitu GC, TTK1 dan TTK2; 2) tepung terigu protein tinggi (kelas 2), yaitu GE, TTK3 dan TTK4; 3) tepung terigu protein tinggi ekonomis (kelas 3), yaitu KR, TTK5 dan TTK6; dan 4) tepung terigu protein sedang (kelas 4), yaitu BS, TTK7 dan TTK8. Bahan-bahan lain yang digunakan dalam formulasi roti manis adalah gula, margarin, susu, garam, ragi, *improver*, telur, dan air.

Alat utama yang digunakan dalam produksi roti adalah *mixer* (Sparmixer 7MX-B 220V), timbangan digital (Tanita), *proof*er (CAHO SR-T701), oven (Oven-deck Wachtel tipe Piccolo I-Q EX 3), loyang, dan *bow*l. Alat analisis utama yang digunakan adalah Brabender Farinograph-AT (Jerman), dan peralatan gelas.

Analisis komposisi kimia tepung terigu (AACC 2000)

Sampel tepung terigu dianalisis kadar air (metode gravimetri, AACC No. 44-15), kadar abu (metode gravimetri, AACC No. 08-01), dan protein (metode Kjeldhal, AACC 46-10), Analisis protein kasar menggunakan faktor konversi 5.7. Seluruh analisis dilakukan secara duplo.

Analisis kadar gluten basah menggunakan metode *hand washing* dengan mengacu pada AACC No. 38-10. Sebanyak 15 mL air ditambahkan ke dalam 25 g tepung untuk membentuk adonan roti, dibiarkan selama 1 jam, lalu diremas lembut di bawah aliran air dingin dan dilewatkan pada saringan rapat hingga seluruh pati dan senyawa larut air lainnya terpisah. Kesempurnaan pemisahan pati diuji dengan cara meremas sedikit air dari adonan untuk dicampurkan ke dalam air jernih. Terjadinya kekeruhan menunjukkan adanya pati. Proses pencucian dilakukan selama satu jam sambil terus diremas, dan sisa adonan ditimbang sebagai gluten basah (dinyatakan dalam %).

Analisis sifat reologi adonan (AACC 2000)

Sifat reologi dari tepung terigu yang diukur adalah kekuatan tepung yang diukur dengan Brabender Farinograph (metode AACC No. 54-21). Sebanyak 300±0.1 g sampel tepung terigu dimasukkan ke dalam *bow*l, lalu buret diisi dengan air destilata hingga penuh. Instrumen dinyalakan dengan kecepatan tinggi selama 1 menit, lalu ditambahkan air dari buret yang jumlahnya diatur sehingga kurva maksimum berpusat pada 500 Brabender Unit (BU). Pada saat adonan mulai terbentuk, dinding *bow*l dibersihkan dari tepung yang menempel. Jika Farinogram telah meninggalkan garis 500 BU, maka instrumen dihentikan dengan cara mengangkat tutup *bow*l. Farinogram akan menghasilkan data daya serap air, *development time*, *stability* dan *mixing tolerance index* (MTI). Daya serap air diperoleh dengan cara membaca skala pada pipa buret. *Development time* ditentukan dari waktu yang diperlukan sejak penambahan air hingga adonan

mengembang maksimum (pada saat puncak kurva melebar). *Stability* ditentukan dari perbedaan waktu saat grafik Farinogram menyentuh garis 500 BU dan meninggalkan garis 500 BU. MTI merupakan angka yang menunjukkan jarak penurunan kurva dari garis 500 BU pada 5 menit setelah kurva mencapai puncak konsistensinya (dinyatakan dalam BU).

Pembuatan roti manis

Proses pembuatan roti manis menggunakan metode *straight-dough* yang merujuk pada metode internal di PT XYZ. Resep roti manis dibuat dengan basis 500 g tepung terigu, dan persentase bahan lain dihitung terhadap berat terigu. Formulasi roti manis sama untuk semua jenis tepung terigu yang digunakan, yaitu tepung terigu (500 g, 100%), gula (105 g, 21%), margarin (50 g; 10%), susu (20 g; 4%), ragi (10 g; 2%), garam (7.5 g; 1.5%), *improver* (2.0 g; 0.4%), dan telur (50 g; 10.0%). Jumlah air yang ditambahkan bervariasi (200–235 g, 40–47%) yang dipengaruhi oleh kelas tepung terigu untuk menghasilkan adonan yang baik.

Bahan-bahan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital dua desimal. Bahan kering (tepung terigu, gula, susu, garam, ragi dan *improver*) diaduk dengan kecepatan rendah selama 1 menit di dalam *mixer*. Air dan telur lalu ditambahkan ke dalam *bow*l dan diaduk dengan kecepatan rendah selama 2 menit. Setelah adonan terbentuk, lemak dimasukkan dan diaduk dengan kecepatan sedang hingga diperoleh adonan kalis. Waktu pencampuran untuk pembentukan adonan bervariasi antara 11-13 menit. Pengecekan kekalisan adonan dilakukan setiap 1 menit sekali setelah lemak ditambahkan. Setelah kondisi kalis tercapai, adonan diangkat dari *bow*l dan dibulatkan untuk diistirahatkan selama 5 menit dengan menggunakan penutup plastik. Adonan lalu dipotong-potong menjadi berukuran kecil dengan berat sekitar 50 g, dibulatkan dan disusun di atas loyang. Adonan dimasukkan ke dalam *proof*er yang memiliki kelembaban relatif (RH) 80% dan suhu 38°C, dan dibiarkan selama 150 menit agar adonan mengembang. Adonan yang telah mengembang dipindahkan ke dalam oven dan dipanggang selama 17 menit (suhu atas oven 190°C dan suhu bawah oven 200°C). Pembuatan roti manis dari tiap sampel tepung terigu dilakukan secara duplo.

Dimensi roti

Sebanyak empat buah roti manis dipotong secara vertikal, kemudian diukur tinggi dan lebarnya dengan menggunakan penggaris. Hasil pengukuran dimensi ini merupakan nilai rata-rata dari pengukuran (dinyatakan dalam cm).

Analisis sensori roti (Cauvain 2020; Carpenter et al. 2012)

Mutu sensori roti manis dilakukan melalui *baking test*, yaitu dengan metode uji skoring oleh panelis terlatih. Mutu sensori roti manis diuji oleh 8 orang panelis terlatih dengan menggunakan metode skoring. Sampel roti tawar (6 buah) disajikan kepada panelis dalam satu

kali pengujian, yaitu dua roti manis untuk setiap sampel tepung terigu. Atribut sensori yang dinilai meliputi volume, aroma, *crumb*, *softness*, *eating quality* dan rasa. Skala nilai mengacu kepada standar pengujian roti manis di PT. XYZ sebagai berikut: volume (0-7), aroma (0-5), *crumb* (0-5), *softness* (0-7), *eating quality* (0-5) dan rasa (0-5). Kriteria penilaian untuk setiap skala nilai untuk masing-masing atribut sensori disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter mutu sensori untuk penilaian roti tawar

Parameter	Skor	Kriteria
Volume	5-7	Volume besar, mengembang baik
	3-4	Volume roti sedang, kurang mengembang
	0-2	Volume roti kecil
Aroma	4-5	Aroma segar khas roti
	2-3	Aroma kurang sesuai
	0-1	Aroma asam atau menyimpang
<i>Crumb</i>	4-5	<i>Crumb</i> roti berpori rapat, seragam, warna cerah
	2-3	<i>Crumb</i> roti berpori normal, kurang seragam, warna keabuan
	0-1	<i>Crumb</i> berpori besar, renggang atau terlalu padat, warna gelap
<i>Softness</i>	5-7	<i>Crumb</i> roti lembut, mudah ditekan, lembab
	3-5	<i>Crumb</i> roti agak lembut, dapat ditekan, cenderung kering
	0-2	<i>Crumb</i> roti kasar dan membal
<i>Eating quality</i>	4-5	Roti halus, tidak liat, mudah ditelan
	2-3	Roti cenderung liat atau mudah putus
	0-1	Roti keras dan sulit dikunyah
Rasa	4-5	Rasa manis, sedikit asam khas roti
	2-3	Rasa kurang sesuai, kurang manis
	0-1	Rasa asam, menyimpang, ada <i>aftertaste</i>

Analisis data

Rancangan penelitian menerapkan *one-way analysis of variance* (ANOVA). Data diolah dengan program SPSS (Versi 22, IBM, USA) untuk menentukan perbedaan antar sampel (pada taraf signifikansi 5%). Uji korelasi antar respon dilakukan dengan menggunakan metode *Pearson* untuk antar parameter objektif dan metode *Spearman* untuk antar parameter objektif dan sensori (pada taraf signifikansi 5%). Koefisien korelasi (r) positif menandakan parameter memiliki hubungan sebanding satu sama lain, sedangkan koefisien korelasi negatif menandakan parameter saling berbanding terbalik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi kimia tepung terigu

Komposisi kimia yang menentukan mutu dari tepung terigu adalah kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar gluten. Tabel 2 menyajikan kandungan kimia dari 12 sampel tepung terigu komersial, yaitu empat tepung terigu yang diproduksi oleh PT. XYZ dan delapan tepung terigu komersial dari produsen lainnya. Kadar air tepung terigu menurut SNI 01-3751-2009 (BSN 2009) tentang syarat mutu tepung terigu sebagai bahan makanan adalah maksimal 14.5% b/b, yang menunjukkan seluruh sampel tepung terigu komersial memenuhi persyaratan tersebut. Kadar abu dari seluruh tepung terigu komersial juga memenuhi batas maksimum yang dipersyaratkan SNI,

yaitu 0.7% b/b. Kadar air dan kadar abu ini hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Laeliocattleya dan Wijaya (2018).

Kandungan protein ditentukan oleh faktor genotipe, dan kondisi iklim saat maturasi gandum (Hadnadev *et al.* 2013; Abdelaleema dan Al-Azaba 2021). Kandungan protein dari tepung terigu sangat ditentukan oleh jenis gandum yang digunakan (Elsahookie *et al.* 2021). Seluruh sampel tepung terigu memiliki kadar protein sesuai dengan SNI, yaitu minimal 7% b/b. Kadar protein dari tepung terigu berkisar antara 11.48-14.81%, yang lebih tinggi dari yang dilaporkan oleh Hanif *et al.* (2014), yaitu 11.3-11.8%, dan hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Abdelaleema dan Al-Azab, yaitu 10.7-14.1% (2019). Kelas tepung terigu ditentukan oleh kadar protein dan glutennya, yaitu semakin rendah kandungannya, maka kelas tepung terigu juga semakin rendah. Umumnya kandungan gluten sebanding dengan kadar protein tepung terigu (Barak *et al.* 2014). Kadar gluten basah dari tepung terigu komersial ini berkisar antara 26.8-29.9% (Tabel 1), yang relatif lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Zhang (2020), yaitu 28.4-43.9%.

Komponen protein terpenting yang merupakan ciri khas dari tepung terigu adalah glutenin dan gliadin (Barak *et al.* 2014), yang bersama-sama dengan air dapat membentuk gluten, yaitu suatu massa yang elastis (mampu meregang lalu kembali ke bentuk semula) dan dapat mengembang. Gluten memegang peranan terpenting dalam menentukan kegunaan dari tepung terigu, sehingga gluten menjadi salah satu parameter dari klasifikasi gandum (Ferrari *et al.* 2014). Tepung terigu dari kelas 1-3 memiliki kadar protein dan gluten yang relatif tinggi yang cocok untuk diolah menjadi produk roti (kadar protein 12-14%) yang dikelompokkan ke dalam *hard wheat*, sedang tepung terigu kelas 4 memiliki protein yang sedang (*medium wheat*) sebesar 10-11% (Abdelaleema dan Al-Azaba 2021). Kadar protein dan gluten dari tepung dari PT XYZ (GE, KR dan BS) lebih tinggi dibandingkan tepung terigu komersial di kelasnya masing-masing (TTK4 s/d TTK 8). Tepung GC yang merupakan tepung terigu kelas premium dengan kandungan protein dan gluten yang lebih rendah dibandingkan tepung terigu komersial di kelasnya (TTK1 dan TTK2). Hal ini karena tepung GC merupakan tepung terigu yang dirancang untuk tidak meningkatkan volume, tetapi untuk memberikan tekstur dan mutu *crumb* yang baik, sehingga tepung ini tidak mengutamakan kadar protein dan gluten yang tinggi.

Sifat reologi tepung terigu

Sifat reologi adonan dapat mendeskripsikan adonan saat di bawah kondisi tertentu dan memprediksi performanya dalam proses pencampuran, *proofing* dan pembakaran adonan (Cauvain 2020). Selain itu, sifat reologi adonan juga memengaruhi fungsionalitas produk tepung terigu. Menurut Upadhyay *et al.* (2012), sifat reologi tepung terigu berbeda-beda bergantung dari varietas gandumnya. Tepung terigu yang cocok untuk suatu kegunaan tertentu dapat memiliki sifat yang tidak sesuai

untuk kegunaan yang lain. Karakterisasi sifat reologi tepung terigu diperlukan karena berpengaruh langsung terhadap penanganan adonan dan mutu produk akhirnya.

Tabel 3 menyajikan hasil analisis reologi dengan Brabender Farinograph dari sampel tepung terigu komersial. Daya serap air merupakan kapasitas tepung dalam menyerap air untuk mencapai konsistensi yang diinginkan, yaitu 500 BU (Aydoğan *et al.* 2015). Tepung terigu kelas premium memiliki daya serap air yang paling besar, sedangkan yang terkecil adalah tepung terigu protein sedang. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan kandungan protein juga meningkatkan daya serap air (Aprodu *et al.* 2016), begitu juga dengan kadar gluten. Korelasi positif yang kuat ($p < 0.05$) ditunjukkan antara daya serap air dengan kadar protein ($r = 0.811$) dan kadar gluten ($r = 0.837$). Tepung terigu dari PT. XYZ memiliki daya serap air yang lebih besar dibandingkan tepung terigu komersial lain pada kelasnya, karena kadar protein dan glutennya lebih tinggi, khususnya pada tepung KR yang merupakan tepung terigu kelas ekonomis. Industri pengguna produk tepung terigu (terutama usaha mikro menengah kecil atau UMKM) cenderung lebih memilih tepung terigu dengan daya serap air yang tinggi, karena memberikan rendemen roti yang lebih banyak.

Development time adalah waktu dari penambahan air sampai adonan mencapai torsi terbesar, sedangkan *stability* merupakan perbedaan waktu antara titik awal perpotongan kurva Farinogram dengan garis 500 BU dan titik saat kurva meninggalkan garis 500 BU (Sroan dan Kaur 2004). Tepung KR dan BS memiliki *development*

time yang lama dan *stability* yang panjang dibandingkan tepung terigu sekelasnya, sedangkan tepung GC dan GE sebaliknya. *Development time* yang lama dan *stability* yang panjang menunjukkan bahwa adonan lebih lama kalis namun tahan terhadap *over-mixing* dan *over-fermentation*. *Development time* dipengaruhi oleh kadar protein dan gluten, sebagaimana ditunjukkan korelasi positif ($p < 0.05$) antara *development time* dan kadar protein ($r = 0.465$) serta kadar gluten ($r = 0.358$), walaupun korelasinya lemah. Karakteristik reologi ini sejalan dengan yang dijelaskan oleh Wieser dan Kieffer (2001).

MTI menunjukkan toleransi pencampuran tepung, yaitu nilai MTI 50 BU atau kurang merupakan tepung terigu keras yang bermutu baik. Tepung terigu dengan MTI yang tinggi (> 50 BU) lebih mudah hancur (*break-down*) pada proses pencampuran, yang berbanding terbalik dengan *stability* ($r = -0.691$). Tepung terigu komersial dalam penelitian ini memiliki MTI kurang dari 50 BU, yang menunjukkan mudah dibentuk adonan yang stabil. Secara umum, MTI tepung terigu komersial ini lebih rendah dari yang dilaporkan oleh Sehn and Steel (2017) sebesar 24.67–91.33 BU. *Stability* dari tepung GC dan KR cenderung singkat, sehingga nilai MTI tepung-tepung tersebut cukup tinggi dibandingkan tepung terigu lain pada kelas yang sama. Berbeda dengan *stability* dan *development time*, MTI adonan cenderung naik dengan menurunnya kadar protein. Tepung terigu protein sedang secara umum memiliki MTI yang lebih tinggi dibandingkan tepung terigu dari kelas lainnya.

Tabel 2. Kadar air, abu, protein dan gluten sampel tepung terigu komersial

Kelas di Pasaran	Jenis Tepung Terigu	Kadar Air (%bb)	Kadar Abu (%bb)	Kadar Protein (%bb)	Kadar Gluten (%bb)
Kelas 1	GC	13.99±0.20 ^a	0.46±0.10 ^b	14.08±0.10 ^a	34.50±0.35 ^c
	TTK1	13.64±0.30 ^a	0.44±0.10 ^b	14.81±0.20 ^a	37.10±0.20 ^a
	TTK2	13.30±0.25 ^a	0.52±0.20 ^a	14.78±0.10 ^a	35.80±0.40 ^b
Kelas 2	GE	14.05±0.10 ^a	0.47±0.15 ^b	14.02±0.24 ^a	34.90±0.25 ^a
	TTK3	13.52±0.25 ^b	0.52±0.10 ^a	13.34±0.10 ^b	31.20±0.30 ^b
	TTK4	13.99±0.30 ^b	0.52±0.20 ^a	14.31±0.20 ^a	34.60±0.25 ^a
Kelas 3	KR	13.67±0.35 ^a	0.67±0.20 ^a	14.27±0.10 ^a	33.80±0.30 ^a
	TTK5	13.51±0.20 ^a	0.59±0.25 ^b	13.18±0.22 ^b	31.00±0.10 ^c
	TTK6	13.79±0.30 ^a	0.44±0.10 ^c	13.29±0.10 ^b	30.40±0.25 ^b
Kelas 4	BS	13.74±0.20 ^a	0.57±0.15 ^a	12.91±0.20 ^a	39.90±0.25 ^a
	TTK7	13.79±0.10 ^a	0.52±0.05 ^b	11.79±0.10 ^b	27.00±0.20 ^b
	TTK8	13.49±0.20 ^a	0.56±0.10 ^a	11.48±0.15 ^b	26.80±0.33 ^b

Keterangan: Angka yang diberi tanda dengan huruf yang berbeda pada blok kelas yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 3. Hasil analisis Brabender Farinograph dari sampel tepung terigu komersial

Kelas di Pasaran	Jenis Tepung Terigu	Daya Serap Air (%)	Development Time (detik)	Stability (detik)	MTI (BU)
Kelas 1	GC	64.7±0.3 ^a	143±0.5 ^c	827±1.2 ^c	25±0.4 ^a
	TTK1	64.1±0.2 ^a	476±0.3 ^a	1859±0.5 ^a	15±0.3 ^b
	TTK2	64.2±0.2 ^a	289±0.4 ^b	949±0.4 ^b	13±0.5 ^c
Kelas 2	GE	65.3±0.3 ^a	140±0.3 ^c	924±1.4 ^c	21±0.3 ^b
	TTK3	62.1±0.3 ^b	146±0.4 ^b	1352±0.8 ^a	7±0.1 ^c
	TTK4	62.3±0.2 ^b	791±0.2 ^a	1120±1.1 ^b	31±0.3 ^a
Kelas 3	KR	65.2±0.3 ^a	554±0.1 ^a	853±0.8 ^c	31±0.3 ^a
	TTK5	61.4±0.2 ^b	134±0.3 ^c	889±1.5 ^b	23±0.4 ^b
	TTK6	61.7±0.3 ^b	541±0.3 ^b	2511±0.7 ^a	5±0.3 ^c
Kelas 4	BS	63.0±0.4 ^a	461±0.2 ^a	1176±1.3 ^a	16±0.7 ^c
	TTK7	59.7±0.3 ^c	119±0.3 ^c	990±0.8 ^b	28±0.1 ^b
	TTK8	60.4±0.3 ^b	123±0.4 ^b	876±0.5 ^c	34±0.4 ^a

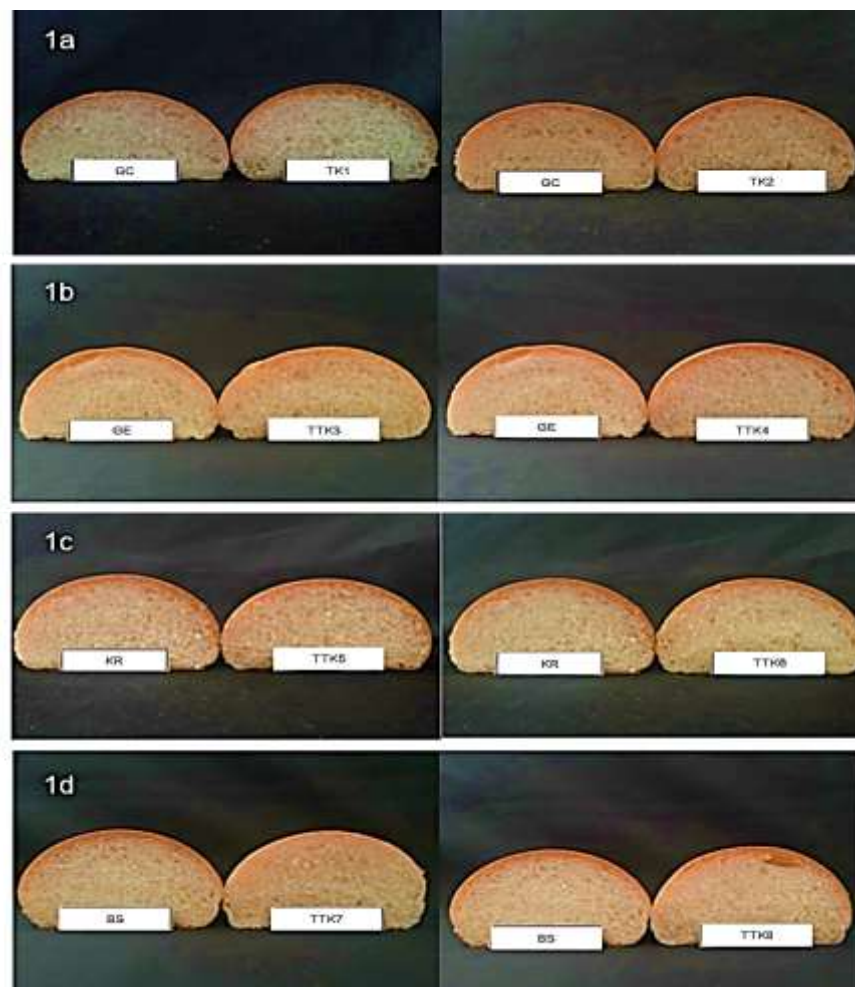
Keterangan: Angka yang diberi tanda dengan huruf yang berbeda pada blok kelas yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Parameter proses dan dimensi roti

Tepung terigu dari kelas premium (kelas 1) memerlukan jumlah air yang lebih banyak dan waktu pencampuran yang lebih lama agar membentuk adonan yang baik (Srirejeki *et al.* 2018). Tepung terigu dari PT. XYZ pada kelasnya masing-masing juga cenderung membutuhkan lebih banyak air dan waktu pencampuran yang lebih lama. Kebutuhan air pada proses pembuatan roti manis dipengaruhi oleh daya serap air tepung terigu, sehingga dipengaruhi juga oleh kadar protein dan gluten. Korelasi yang kuat ($p < 0.05$) ditunjukkan antara kebutuhan air dan daya serap air ($r = 0.755$), begitu juga dengan kadar protein ($r = 0.839$) dan kadar gluten ($r = 0.848$). Mutu roti yang optimum dicapai dengan menghentikan proses pencampuran pada kondisi yang dekat dengan resistensi maksimum, yaitu pada saat perkembangan gluten maksimum. Perkembangan gluten maksimum adalah saat adonan mencapai kondisi kalis. Uji korelasi menunjukkan waktu pencampuran dipengaruhi oleh kadar protein ($r = 0.617$) dan kadar gluten ($r = 0.601$) dari

tepung terigu. Korelasi antara protein, gluten dan waktu pencampuran ini sejalan dengan penelitian Sluková *et al.* (2017).

Salah satu kriteria dari mutu roti manis adalah tinggi dan lebar roti yang mendefinisikan volumenya. Tinggi dan lebar dari roti manis diukur untuk menggambarkan volume dari roti manis secara numerik serta penampakan secara visual (Gambar 1a–1d). Roti manis dengan volume yang baik merupakan roti manis yang unggul secara tinggi dan lebar. Berdasarkan data tinggi dan lebar, roti manis terbaik dari masing-masing kelas adalah TTK1, GE, KR dan TTK7 (Tabel 4). Roti manis yang terlalu lebar namun kurang tinggi menandakan struktur roti jatuh (*collapse*) saat pengembangan yang merupakan indikator dari lemahnya matriks adonan, seperti yang terlihat pada tepung terigu TTK5. Gluten menentukan kesempurnaan pengembangan dari adonan, yang ditunjukkan korelasi positif ($p < 0.05$) terhadap tinggi ($r = 0.549$) dan lebar ($r = 0.636$) dari roti manis. Hal ini selaras dengan yang dilaporkan oleh Marchetti *et al.* (2012).



Keterangan: 1a= GC, TTK1 dan TTK2 (tepung terigu kelas 1/protein tinggi premium), 1b= GE, TTK3 dan TTK4 (tepung terigu kelas 2/protein tinggi); 1c= KR, TTK5 dan TTK6 (tepung terigu kelas 3/protein tinggi ekonomis); 1d= BS, TTK7 dan TTK8 (tepung terigu kelas 4/protein sedang)

Gambar 1. Perbandingan bagian dalam (*crumb*) roti manis

Mutu sensori roti manis

Tabel 5 menyajikan hasil uji sensori roti manis yang dibuat dari tepung terigu komersial. Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0.05$) antara mutu roti untuk atribut volume, *crumb*, *softness* dan rasa. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa tepung terigu GC lebih unggul dari atribut *softness*, namun kurang unggul pada atribut volume. Sebagaimana dijelaskan di atas, tepung GC dirancang untuk menghasilkan roti dengan tekstur yang lembut, karena penilaian konsumen terhadap roti premium cenderung lebih terfokus pada tekstur roti dibandingkan volumenya.

Tepung GC yang merupakan kelas premium (kelas 1) menunjukkan kurang unggul dibandingkan TTK1 dan TTK2 untuk atribut *crumb* dan rasa. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa parameter yang berkorelasi kuat ($p < 0.05$) secara negatif terhadap atribut rasa adalah kadar air ($r = -0.907$). Hal ini terjadi karena kadar air yang tinggi pada tepung GC lebih memungkinkan terjadinya penurunan mutu selama penyimpanan sehingga berpengaruh terhadap produk akhirnya, yaitu rasa dari roti manis. Atribut *crumb* dari tepung GC dipengaruhi oleh MTI ($r = -0.987$). MTI yang tinggi menghasilkan adonan yang lebih mudah rusak (*breakdown*), sehingga ketika dipanggang *crumb* roti akan tampak berlubang-lubang besar pada beberapa bagian roti. *Crumb* yang baik memiliki lubang-lubang yang kecil dan tersebar merata. Lubang-lubang yang besar disebabkan oleh lolosnya partikel gas saat tahap pengembangan dan merusak matriks gluten pada adonan (Ngozi 2014).

Tepung terigu protein tinggi (kelas 2) terdiri dari GE, TTK3 dan TTK4. Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0.05$) antar roti dari tepung

terigu tersebut pada atribut volume dan aroma. TTK4 memiliki nilai volume tertinggi dan berbeda nyata terhadap TTK3, namun tidak berbeda nyata dengan tepung GE. Tepung GE unggul pada atribut aroma, yang berbeda nyata terhadap TTK4 namun tidak berbeda nyata terhadap TTK3. Tepung terigu GE dirancang untuk lebih mengutamakan atribut volume pada produk akhirnya. Secara keseluruhan, mutu sensori dari GE hampir sama dengan tepung terigu pada kelas yang sama (TTK3 dan TTK4).

Tepung terigu protein tinggi kelas ekonomis (kelas 3) terdiri dari KR, TTK5 dan TTK6. Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0.05$) antar tepung terigu tersebut pada seluruh atribut sensori. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa tepung KR unggul pada atribut volume terhadap TTK5, serta *softness* dan *eating quality* terhadap TTK6. Tepung terigu kelas ekonomis juga lebih mengutamakan volume yang besar seperti tepung terigu kelas menengah namun dengan harga yang lebih murah, sehingga atribut-atribut selain volume cenderung lebih rendah dibandingkan tepung terigu kelas lainnya.

Tepung KR kurang unggul pada atribut aroma, *crumb* dan rasa dibandingkan TTK5 dan TTK6. Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa kadar abu berkorelasi negatif secara signifikan ($p < 0.05$) terhadap aroma ($r = -0.873$), dan rasa ($r = -0.769$), dan berkorelasi positif terhadap *crumb* ($r = +0.879$). Kadar abu yang tinggi pada tepung terigu KR menghasilkan roti dengan aroma dan rasa yang sedikit menyimpang dan warna *crumb* yang cenderung gelap oleh karena kehadiran dari mineral yang berlebihan.

Tabel 4. Parameter proses pembuatan roti manis

Kelas di Pasaran	Jenis Tepung Terigu	Jumlah Air (g)	Waktu Pencampuran (menit)	Tinggi (cm)	Lebar (cm)
Kelas 1	GC	235	13	5.50±0.08 ^a	11.03±0.25 ^a
	TTK1	230	13	5.55±0.10 ^a	11.03±0.10 ^a
	TTK2	230	12	5.38±0.25 ^a	10.65±0.17 ^b
Kelas 2	GE	230	12	5.70±0.08 ^a	10.83±0.15 ^b
	TTK3	230	13	5.40±0.08 ^b	10.70±0.14 ^b
	TTK4	220	13	5.58±0.05 ^b	11.23±0.17 ^a
Kelas 3	KR	225	12	5.63±0.10 ^a	10.60±0.20 ^b
	TTK5	225	12	5.33±0.22 ^b	11.13±0.25 ^a
	TTK6	215	12	5.35±0.06 ^b	10.60±0.26 ^b
Kelas 4	BS	210	12	5.40±0.00 ^a	10.40±0.08 ^a
	TTK7	205	12	5.48±0.05 ^a	10.35±0.10 ^a
	TTK8	200	11	5.45±0.06 ^a	10.60±0.18 ^a

Keterangan: Angka yang diberi tanda dengan huruf yang berbeda pada blok kelas yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 5. Skor sensori roti manis yang dibuat dari tepung terigu komersial

Kelas di Pasaran	Jenis Tepung Terigu	Volume (0-7)	Aroma (0-5)	Crumb (0-5)	Softness (1-7)	Eating Quality (0-5)	Rasa (0-5)
Kelas 1	GC	5.63 ^a	3.75 ^a	3.38 ^a	6.63 ^c	3.75 ^a	3.63 ^a
	TTK1	6.38 ^b	4.00 ^a	4.00 ^b	6.00 ^b	4.13 ^a	3.75 ^a
	TTK2	5.63 ^b	4.00 ^a	4.00 ^b	5.25 ^a	4.00 ^a	4.75 ^b
Kelas 2	GE	6.25 ^{ab}	4.25 ^b	3.88 ^a	5.50 ^a	4.13 ^a	4.00 ^a
	TTK3	5.75 ^a	4.13 ^b	3.63 ^a	5.88 ^a	4.13 ^a	3.75 ^a
	TTK4	6.38 ^b	3.38 ^a	3.50 ^a	5.63 ^a	3.50 ^a	3.63 ^a
Kelas 3	KR	6.63 ^b	3.13 ^a	3.25 ^a	6.00 ^b	4.13 ^b	3.50 ^a
	TTK5	5.75 ^a	3.63 ^b	3.50 ^a	5.75 ^b	4.00 ^b	4.00 ^b
	TTK6	6.13 ^b	3.88 ^b	4.38 ^b	5.25 ^a	3.38 ^a	4.13 ^b
Kelas 4	BS	5.63 ^a	4.13 ^b	3.75 ^a	5.50 ^a	3.63 ^a	4.00 ^a
	TTK7	5.50 ^a	3.50 ^a	3.75 ^a	6.25 ^b	3.88 ^a	3.63 ^a
	TTK8	6.25 ^b	3.63 ^{ab}	3.25 ^a	6.25 ^b	4.00 ^a	4.63 ^a

Keterangan: Angka yang diberi tanda dengan huruf yang berbeda pada blok kelas yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$)

Kelas tepung terigu protein sedang (kelas 4) terdiri dari BS, TTK7 dan TTK8. Hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($p < 0.05$) antar tepung terigu tersebut pada atribut volume, aroma, *softness* dan rasa. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa tepung BS unggul pada atribut aroma terhadap TTK7, namun kurang unggul terhadap TTK8 pada atribut volume, *softness* dan rasa. Hal ini sama dengan tepung terigu kelas premium, yaitu tepung terigu protein sedang dirancang untuk tidak mengutamakan atribut volume. Tepung terigu kelas ini ditujukan sebagai tepung terigu serbaguna, sehingga lebih mengutamakan atribut-atribut aroma dan rasa. Hasil uji korelasi menunjukkan kadar air berkorelasi negatif dengan rasa ($r = -0.953$). Kadar air yang lebih tinggi pada tepung BS berpengaruh terhadap daya simpannya, yaitu lebih rentan untuk mengalami penurunan mutu, terutama rasa.

KESIMPULAN

Tepung terigu komersial pada kelas yang sama memiliki komposisi kimia dan sifat reologi yang dapat berbeda, yang berpengaruh pada mutu roti yang dihasilkan (volume, *crumb* dan *softness*). Kadar protein, kadar gluten, kadar air dan kadar abu tepung terigu berperan penting terhadap mutu roti yang dihasilkan. Kadar air tepung terigu berkorelasi negatif terhadap atribut rasa dari roti manis, sedangkan kadar abu berkorelasi negatif terhadap atribut aroma, *crumb* dan rasa. Tepung terigu komersial yang diproduksi oleh PT. XYZ pada masing-masing kelas memiliki keunggulan dan kelemahan dari sifat reologi dan mutu roti manis yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [AACC] American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved Methods of The American Association of Cereal Chemists 10th Edition. St. Paul (US): AACC International.
- Abdelaleema MA, Al-Azaba KF. 2021. Evaluation of flour protein for different bread wheat genotypes. *Braz J Biol* 81(3): 719-727. DOI: 10.1590/1519-6984.230403.
- Amjid MR, Shehzad A, Hussain S, Shabbir MA, Khan MR, Shoaib M. 2013. A comprehensive review on wheat flour dough rheology. *Pak J Food Sci* 23(2): 105-123.
- Aprodu I, Badiu EA, Banu I. 2016. Influence of protein and water addition on gluten-free dough properties and bread quality. *Int J Food Eng* 12(4): 355-363. DOI: 10.1515/ijfe-2015-0308.
- Aydoğan S, Şahin M, Akçacık AG, Hamzaoğlu S, Taner S. 2015. Relationships between Farinograph parameters and bread volume, physicochemical traits in bread wheat flours. *J Bahri Dagdas Crop Res* 3(1): 14-18.
- Barak S, Mudgil D, Khatkar BS. 2014. Influence of gliadin and glutenin fractions on rheological, pasting, and textural properties of dough. *Int J Food Prop* 17(7): 1428-1438. DOI: 10.24263/2304-974X-2020-9-1-13.
- Bilyk O, Khalikova E, Shevchenko A, Kochubei-Lytvynenko O, Bondarenko Y, Fain A. 2020. Effect of the complex improver on consumer properties of bakery products. *Ukrainian Food J* 9(1): 148-158. DOI: 10.24263/2304-974X-2020-9-1-13.
- [BPS] Badan Pusat Statistika. 2017. Berita Resmi Statistik: Pertumbuhan Ekonomi Triwulan II-2017 [Internet]. <https://www.bps.go.id>. [14 September 2017].
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2009. Tepung Terigu sebagai Bahan Makanan, SNI 01-3751-2009 Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Carpenter RP, Lyon DH, Hasdell TA. 2012. Guidelines for Sensory Analysis in Food Product Development and Quality Control. Gaithersburg (US): Aspen Publishers, Inc.
- Cauvain SP. 2020. Chapter 17-Applications of Rheological Analysis to Dough and Texture Analysis to Bread. In *Breadmaking (Third Edition)*. 517-540. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. DOI: 10.1016/B978-0-08-102519-2.00017-7.
- Elsahookie MM, Cheyed SH, Dawood AA. 2021. Review: Characteristics of whole wheat grain bread quality. *System Review Pharm* 12(1): 593-597.
- Ferrari MC, Clerici MTPS, Chang YK. 2014. A comparative study among methods used for wheat flour analysis and for measurements of gluten properties using the wheat gluten quality analyser (WGQA). *Food Sci Technol* 34(2): 235-242. DOI: 10.1590/fst.2014.0038.
- Filipović V, Filipović J, Vucurović V, Radovanović V, Košutić M, Novković N, Vukelić N. 2020. The effect of yeast extract addition on bread quality parameters. *J Serbian Chem Society* 85(6): 737-750. DOI: 10.2298/JSC191024137F.
- Gisslen W. 2009. Professional Baking: Fifth Edition. New Jersey (CN): John Wiley & Sons, Inc.
- Hadnadev M, Hadnade TD, Šimurina O, Filipčev B. 2013. Empirical and fundamental rheological properties of wheat flour dough as affected by different climatic conditions. *J Agric Sci Technol* 15(7): 1381-1391.
- Hanif M, Khattak MK, Rahman MU, Sher SS, Hafizullah, Khan S, Saeed M, Khan A, Saqlain M. 2014. Impact of type and particle size on the protein contents in wheat flour. *Sci Tech and Dev* 33(3): 107-109.
- Kartikasari SN, Sari P, Subagio A. 2019. The effect of improver addition on sweet bread made from wheat flour. *Food Sci Technol J* 1(1): 8-19. DOI: 10.33512/fsj.v1i1.6193.

- Laeliocattleya RA, Wijaya J. 2018. Pengaruh variasi komposisi *grist* gandum (*Triticum aestivum* L.) terhadap kadar air dan kadar abu tepung terigu. *J Ilmu Pangan Hasil Pertanian* 2(1): 34-39. DOI: 10.26877/jiphp.v2i1.2284.
- MacRitchie F. 2014. Requirements for a test to evaluate bread-making performance. *J Cereal Sci* 59(1): 1-2. DOI: 10.1016/j.jcs.2013.11.001.
- Marchetti, L, Cardós M, Campaña L, Ferrero C. 2012. Effect of glens of different quality on dough characteristics and breadmaking performance. *LWT - Food Sci Technol* 46(1): 224-231. DOI: 10.1016/j.lwt.2011.10.002.
- Niveditha A, Chidanand DV. 2019. Assessment of dough rheological characteristics with mixing time. *Int J Pure Appl Biosci* 7(4): 269-276. DOI: 10.18782/2320-7051.7601.
- Ngozi AA. 2014. Effect of whole wheat flour on the quality of wheat-baked bread. *Global J Food Sci Technol* 2(3): 127-133.
- Raghavendra SN, Patricia A, Hampana NN, Mahalakshmi D. 2022. Effect of fats and oils on different properties of flours used in bakery products. *J Nutr Food Sci* 12(1): 1-7.
- Sehn GAR, Steel CJ. 2017. Classification of whole wheat flour using a dimensionless number. *J Food Sci Technol* 54(12): 3827-3836. DOI: 10.1007/s13197-017-2811-5.
- Sluková M, Levková J, Michalčová A, Horáčková S, Skřivan P. 2017. Effect of the dough mixing process on the quality of wheat and buckwheat proteins. *Czech J Food Sci* 35(6): 522-531. DOI: 10.17221/220/2017-CJFS.
- Sollner LS. 2016. How to Deal with Changing Flour Quality. AIB International School of Baking. USA.
- SrIREJEKI S, Manuhara GJ, Amanto BS, Atmaka W, Laksono PW. 2018. The effect of water volume and mixing time on physical properties of bread made from modified cassava starch-wheat composite flour. *IOP Conference Series: Mater Sci Eng* 333: 012072. DOI: 10.1088/1757-899X/333/1/012072.
- Sutriyono A, Kusnandar F, Muhandri T. 2016. Karakteristik adonan dan roti tawar dengan penambahan enzim dan asam askorbat pada tepung terigu. *J Mutu Pangan* 3(2): 103-110.
- Tosi P, He J, Lovegrove A, Gonzáles-Thuillier I, Penson S, Shewry PR. 2018. Gradients in compositions in the starchy endosperm of wheat have implications for milling and processing. *Trends Food Sci Tech-nol* 82: 1-7. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.09.027.
- Upadhyay R, Ghosal D, Mehra A. 2012. Characterization of bread dough: Rheological properties and microstructure. *J Food Eng* 109(1): 104-113. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.09.028.
- Wieser H, Kieffer R. 2001. Correlations of the amount of gluten protein types to the technological properties of wheat flours determined on a micro-scale. *J Cereal Sci* 34(1): 19-27. DOI: 10.1006/jcrs.2000.0385.
- Zhang A. 2020. Effect of wheat flour with different quality in the process of making flour products. *Int J Metrol Qual Eng* 11(2020): 1-6. DOI: 10.1051/ijmqe/2020005.

JMP-06-22-14-Naskah diterima untuk ditelaah pada 23 Juni 2022. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 31 Agustus 2022. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmpi>