

Karakteristik Adonan dan Roti Tawar dengan Penambahan Enzim dan Asam Askorbat pada Tepung Terigu

Characteristics of Dough and Pan Bread Products with the Addition of Enzymes and Ascorbic Acid in Wheat Flour

Agus Sutriyono¹, Feri Kusnandar², Tjahja Muhandri^{2,3}

¹Program Studi Magister Profesional Teknologi Pangan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

³South East Asia Food Science and Technology (SEAFAST) Center,
Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat, Institut Pertanian Bogor

Abstract. *Wheat flour containing a 33-39% wet gluten is commonly applied in pan bread processing, however, it is expensive. The use of wheat flour containing a lower wet gluten yields a lower quality bread. This objective of this research was to produce acceptable quality pan bread using enzyme-treated wheat flour containing medium wet gluten content (31.8%). Wheat flour was treated by adding enzymes and ascorbic acid. The combination of enzymes (30 ppm α -amylase, 26 ppm α -glucosidase, 16 ppm xylanase), and 40 ppm ascorbic acid yielded dough resistancy and extensibility as well as the bread quality that miccked those made of high wet gluten wheat flour (35.0%).*

Keywords: *α -amylase, dough, ascorbic acid, wheat flour, pan bread*

Abstrak. Tepung terigu dengan protein yang memiliki kandungan gluten basah tinggi (33-39%) banyak digunakan dalam pembuatan roti tawar, namun terigu jenis ini memiliki harga yang cukup mahal. Penggunaan tepung terigu yang mengandung gluten basah lebih rendah menghasilkan roti tawar dengan mutu yang kurang baik. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan mutu adonan dan produk roti tawar yang menggunakan tepung terigu dengan kandungan gluten basah sedang (31.8%), melalui penambahan kombinasi enzim dan penambahan asam askorbat. Penambahan kombinasi enzim (30 ppm α -amilase, 26 ppm α -glukosidase dan 16 ppm xylanase) dan 40 ppm asam askorbat pada tepung terigu memperbaiki karakteristik resistensi dan ekstensibilitas adonan dan mutu roti tawar yang menyerupai tepung terigu komersial yang mengandung 35% gluten basah.

Kata kunci: α -amilase, adonan, asam askorbat, tepung terigu, roti tawar

Aplikasi Praktis: Hasil penelitian ini memberikan informasi kepada pelaku usaha, khususnya produsen tepung terigu dan roti tawar, mengenai metode modifikasi tepung terigu yang mengandung kadar gluten basah relatif rendah dibandingkan tepung terigu komersial yang umum digunakan untuk memproduksi roti, dengan cara menambahkan campuran enzim (α -amilase, α -glukosidase dan xylanase) dan asam askorbat dengan tujuan memperbaiki karakteristik adonan dan mutu roti tawarnya. Tepung terigu hasil modifikasi ini menghasilkan karakteristik adonan dan mutu roti tawar yang tidak berbeda nyata dari yang dibuat dari tepung terigu dengan kadar gluten basah tinggi.

PENDAHULUAN

Roti adalah produk pangan olahan yang terbuat dari bahan baku utama tepung terigu melalui proses fermentasi dengan menggunakan ragi, kemudian dipanggang (Mudjajanto dan Yulianti 2010). Salah satu jenis roti yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah roti tawar. Mutu roti tawar sangat dipengaruhi oleh kandungan gluten basah dari tepung terigu yang digunakan. Gluten basah merupakan komponen protein yang mempunyai sifat viskoelastik bila dicampur dengan air, dan dapat menahan gas yang terbentuk saat fermentasi, sehingga volume roti dapat mengembang dan menghasilkan pori-

pori yang seragam di bagian dalam roti (Mudjisihono 1994).

Berdasarkan kadar proteinnya, tepung terigu dapat dikelompokkan menjadi tepung terigu protein tinggi (12-14%) dengan kadar gluten basah 33-39%, tepung terigu protein sedang (10-12%) dengan kadar gluten basah 27-33%, dan tepung terigu protein rendah (8-10%) dengan kadar gluten basah 21-27% (Gisslen 2009). Tepung terigu dengan kandungan gluten basah tinggi diperlukan untuk pembuatan roti tawar, sehingga gluten basah dapat mengembang secara maksimal untuk menghasilkan pengembangan roti yang optimal (Brown 2015).

Karakteristik adonan yang baik untuk pembuatan roti dapat dilihat dari kekuatan gluten (*gluten strength*), yang merupakan perpaduan dari sifat ekstensibilitas,

elastisitas dan plastisitas. Gluten dengan kekuatan gluten tinggi (yang dihasilkan dari tepung terigu dengan kandungan protein yang tinggi) memiliki kemampuan penyerapan air yang besar, menghasilkan adonan yang elastisitas, dan volume roti yang besar. Gluten dengan kekuatan yang rendah tidak mampu menghasilkan sifat adonan dan mutu roti yang dihasilkan tersebut (Sollner 2013).

Tepung terigu dengan kadar gluten basah tinggi memiliki harga lebih mahal dibandingkan tepung terigu dengan kadar gluten basah sedang atau rendah. Untuk menekan biaya produksi, maka industri tepung terigu melakukan perlakuan awal (*pre-treatment*) agar tepung terigu dengan harga yang lebih murah namun dapat menghasilkan mutu roti yang tetap baik. Perlakuan awal yang dapat dilakukan adalah dengan penambahan enzim ke dalam tepung terigu yang memiliki kandungan gluten basah yang lebih rendah sebelum digunakan dalam produksi roti.

Steffolani *et al* (2012) melaporkan bahwa penambahan 100 ppm α -amilase, 26 ppm glukosidase, dan 16 ppm xylanase untuk meningkatkan volume dan menurunkan kelengketan roti. Penelitian lain oleh Baratto *et al.* (2015) menunjukkan bahwa penambahan enzim 0.01% α -amilase, 0.01% β -xylanase dan 200 ppm asam askorbat ke dalam tepung terigu mampu meningkatkan sifat adonan dan mutu roti.

Enzim glukosidase yang ditambahkan ke dalam tepung terigu berperan dalam mempercepat reaksi oksidasi α -D-glukosa menjadi α -D-glukonolakton dan hidrogen peroksida. Adanya hidrogen peroksida dapat mengoksidasi gugus sulfhidril pada protein gluten dan membentuk ikatan disulfida untuk menghasilkan ikatan silang ditirosin dan gelasi pada pentosa larut air (Haarasilta dan Pullinen 1992; Rasiah *et al.* 2005; Vemulapalli *et al.* 1998). Enzim glukosidase yang merupakan enzim oksidatif dapat memperbaiki gluten yang rusak dengan cara mengoksidasi ikatan kovalen di antara sub-unit protein gluten, sehingga jaringan gluten dapat berfungsi kembali dalam meningkatkan kekuatan adonan saat diregangkan (Bonet *et al.* 2007). Enzim xylanase mampu memecah arabinoxylan yang dapat mengganggu pembentukan matriks gluten, sehingga viskositas pasta pati meningkat dan memperbaiki stabilitas adonan roti (Courtin dan Delcour 2001).

Asam askorbat merupakan agen pereduksi, tetapi dapat memberikan efek pengoksidasi pada adonan setelah teroksidasi menjadi *dehydro ascorbic acid* (DAA) jika terdapat oksigen di udara, selanjutnya DAA mengoksidasi glutathione di bawah pengaruh enzim tertentu. Asam askorbat juga dapat memperbaiki karakteristik adonan dan produk akhirnya (Hruskova dan Novotna 2003). Penggunaan 10-50 ppm asam askorbat juga memperbaiki stabilitas adonan, struktur *crumb*, dan volume roti (Codina 2008).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penggunaan tepung terigu dengan kadar gluten basah sedang (31.8%) yang diberi penambahan enzim (α -amilase, α -glukosidase, dan xylanase), dan asam askorbat

terhadap karakteristik adonan dan roti tawar yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Tepung terigu sampel (TTS) dan tepung terigu komersial (TTK) diperoleh dari PT XYZ. Bahan-bahan yang digunakan untuk ditambahkan ke dalam tepung terigu adalah enzim komersial (α -amilase, α -glukosidase dan β -xylanase), serta asam askorbat komersial. Bahan yang digunakan untuk pembuatan roti tawar adalah gula pasir, lemak, susu bubuk, ragi, garam, pengembang roti, dan air.

Peralatan yang digunakan untuk pembuatan roti tawar adalah pengaduk (Sparmixer 7 MX-B 220 V), proofing (CAHO SR-T701) dan oven (ovendeck Wachtel tipe Piccolo I-Q EX 3) cetakan adonan (30x12x12 cm³), pengatur waktu, gelas ukur dan meteran. Peralatan analisis yang digunakan adalah timbangan digital, *Moisture Analyzer* (Kern, Germany) untuk analisis kadar air, Falling number Parten 1500, Parten instruments (Swedia), Farinograph-AT (Jerman) dan Extensograph-AT (Jerman) untuk analisis karakteristik adonan, dan Gluto-matic system, Perten instruments (Swedia) untuk analisis kadar gluten basah.

Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama bertujuan untuk menentukan konsentrasi enzim α -amilase yang ditambahkan (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 ppm) yang dikombinasikan dengan enzim α -glukosidase (26 ppm) dan xylanase (16 ppm) dan dicampur dengan tepung terigu pada setiap perlakuan sebelum digunakan. Konsentrasi α -glukosidase dan xylanase dipilih dengan mengacu pada Steffolani *et al.* (2012). Tahap kedua bertujuan untuk menentukan konsentrasi asam askorbat (0, 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm) yang ditambahkan dengan kombinasi enzim yang terpilih dari tahap pertama dan dicampur dengan tepung terigu pada setiap perlakuan sebelum digunakan. Rentang konsentrasi asam askorbat yang dipilih (10-50 ppm) mengacu pada Codina (2008). Tepung terigu yang diberi perlakuan tersebut selanjutnya disebut tepung terigu sampel (TTS). Tepung terigu sampel yang dihasilkan dari masing-masing tahap tersebut dilakukan analisis (tepung terigu, adonan dan roti tawar). Sebagai kontrol dianalisis juga sampel dari tepung terigu komersial (TTK).

Pembuatan Roti Tawar

Proses pembuatan roti tawar diawali dengan mencampur tepung terigu (57,0%) yang diberi perlakuan dengan ragi (0.86%), susu bubuk (1.14%), gula (2.85%), garam (0.86%), dan pengembang roti (0.17%). Bahan-bahan tersebut diaduk selama satu menit, lalu ditambah air (34.23%) dan dilakukan proses pencampuran selama dua menit. Kemudian lemak (2.85%) ditambahkan, lalu dan pengadukan dilanjutkan selama 10 menit hingga

diperoleh adonan yang kalis. Selanjutnya adonan didiamkan (*resting*) selama lima menit, lalu dipotong-potong menjadi ukuran yang lebih kecil (515 g), dibuat bulatan (*rounding*), dimasukkan ke cetakan loyang dan di-*proofing* pada suhu 38°C dan kelembaban relatif 85% selama 50 menit. Adonan yang telah mengembang dilakukan proses *baking* di dalam oven selama 40 menit. Suhu oven di bagian atas dan bawah masing-masing diatur pada 190°C dan 200°C. Dengan proses yang sama dibuat juga adonan dan roti tawar dari tepung terigu komersial (TTK) untuk digunakan sebagai kontrol.

Metode Analisis

Analisa tepung. Analisis tepung terigu mencakup analisis kadar air, kadar protein, dan kadar gluten basah. Analisis kadar air mengacu pada prosedur AACC No. 44-15A (AACC 2000). Sebanyak 2-3 g sampel dimasukkan ke dalam alat *moisture analyzer* untuk dilakukan pengukuran kadar air pada suhu 130°C. Analisis protein mengacu pada prosedur AACC No. 46-30 (AACC 2000) dengan menggunakan Kjeltex Auto 1030 dan Digester 2020 (Tecator, USA).

Falling number. Analisis *falling number* bertujuan untuk memperkirakan aktivitas enzim amilase pada tepung terigu. Analisis ini analisis mengacu pada AACC 56-81B (2000).

Analisis kadar gluten basah. Analisis kadar gluten basah mengacu pada prosedur AACC No. 38-12 (AACC 2000) dengan menggunakan *Glutomatic System 2200* (Perten Instruments, Sweden). Sampel (10 g) dimasukkan ke cawan *wash chamber* mesin, lalu ditambahkan larutan garam (NaCl 2%) sebanyak 4,5 mL untuk menyatukan tepung. Cawan dipasang ke alat *glutomatic*, lalu alat dinyalakan (ON) selama 20 detik proses pengadukan tepung dan 2 menit proses pencucian tepung. Bagian yang tidak larut kemudian diambil, lalu letakkan di cawan sentrifugal untuk memisahkan kandungan air yang ada. Cawan dimasukkan kembali ke mesin setrifugal dan dinyalakan selama 30 detik. Adonan yang tertinggal di cawan ditimbang. Kadar gluten basah dinyatakan sebagai persentase dari berat residu terhadap berat sampel yang digunakan.

Karakteristik adonan. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisik adonan setelah pengadukan. Analisis dilakukan dengan *Brabender Farinograph* dan *Brabender Extensograph*. Analisis dengan *Brabender Farinograph* mengacu pada metode AACC No. 54-21 (AACC 2000) yang memberikan data daya serap air (*water absorption*), stabilitas adonan (*stability*), dan waktu pengembangan adonan (*development time*). Sampel tepung terigu sebanyak 300±0.1 g dimasukkan ke dalam *bowl*. Buret diisi dengan air destilata sampai penuh. Mesin dihidupkan pada kecepatan tinggi selama 1 menit, kemudian langsung ditambahkan air dari buret dan jumlahnya diatur supaya kurva maksimum berpusat pada 500 BU. Jika *Farinogram* telah meninggalkan garis 500 BU, pengukuran dihentikan dengan cara mengangkat tutup *bowl*.

Analisis dengan *Brabender Extensograph* mengacu pada AACC No. 54-10 (AACC 2000). Sampel tepung terigu (300 g) dan NaCl (6 g) dicampur dan dibuat adonan dengan penambahan air dari buret dan jumlahnya diatur supaya kurva maksimum berpusat pada 500 BU. Pengadukan pertama dilakukan selama 1 menit, lalu diistirahatkan selama 5 menit dalam keadaan cawan tertutup. Pengadukan kedua dilakukan selama 2 menit. Kemudian ditimbang dua buah adonan dari adonan di atas (masing-masing 150 g), lalu dibulatkan dengan 20 kali putaran pada bagian pembulat adonan *Extensograph*. Setelah itu dibuat silinder pada bagian pemegang adonan (*penyilinder*) dan difermentasi pada ruang fermentasi *Extensograph* yang telah dilembabkan di dalam *humidified fermentation chamber*. Setelah fermentasi selama 45 menit, adonan ditempatkan pada bagian lengan penimbang (*balance arm*). Posisi pena diatur agar terletak pada garis nol. Selanjutnya tuas penarik dijalankan untuk pengujian dan dihentikan tepat pada saat adonan putus. Adonan selanjutnya diambil dan dibulatkan, dibuat silinder, dan difermentasi lagi selama 45 menit, seperti prosedur sebelumnya. Prosedur tersebut diulangi lagi untuk pengujian 45 menit ketiga. Data yang diperoleh adalah nilai ekstensibilitas, resistensi, area dan *ratio figure*.

Pengukuran volume roti. Volume pengembangan roti tawar dilakukan dengan mengukur perimeter bagian tengah diameter pinggang roti tawar serta didukung data ukuran tinggi dan lebar dengan membelah roti tawar secara vertikal, kemudian diukur menggunakan penggaris skala centimeter

Uji organoleptik adonan dan roti tawar. Uji organoleptik dilakukan untuk mengevaluasi mutu adonan dan roti tawar secara subyektif oleh panelis terlatih (6 orang). Mutu adonan dievaluasi dengan uji rating intensitas yang meliputi ekstensibilitas (*extensibility*), kelengketan (*stickiness*), dan *dryness*. Panelis diminta untuk memberikan skor pada setiap parameter adonan yang berkisar antara nilai 1 sampai 5, dimana skor 1 menunjukkan karakteristik adonan sangat tidak bagus, dan 5 karakteristik adonan sangat bagus. Kriteria masing-masing kelompok skor adonan tersebut mengacu pada prosedur di PT XZY.

Mutu eksternal dan internal roti tawar dievaluasi oleh panelis dengan uji deskripsi dengan membandingkan sampel roti perlakuan dengan sampel roti kontrol. Skor sensori berkisar antara 1 sampai 5, dimana skor 5 adalah mutu roti ideal yang mengacu pada deskripsi sensori roti tawar di PT XYZ. Mutu eksternal ideal dari roti tawar adalah sebagai berikut : volume roti normal dan besar, warna kulit coklat muda dan mengkilap, warna pembakaran bagian atas, tengah, bawah dan samping yang seragam, bentuk roti simetris, kulit atas utuh tidak ada retak dan sobek, kulit samping tidak mudah rontok atau sebaliknya, retakan *oven spring* yang halus, terdapat tonjolan besar dan atau bentuk teratur. Mutu internal yang ideal dari roti tawar adalah sebagai berikut: remah roti yang terlepas, alur *crumb* seragam dan rapat, warna *crumb* roti putih cerah, aroma khas roti segar, rasa normal (tidak ada rasa pahit dan sedikit asam

khas roti), tekstur halus, tidak liat dan mudah ditelan, mudah dikunyah dan ditelan.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh pada penelitian ini diolah secara statistik dengan menggunakan SPSS22 dengan *one way ANOVA*. Apabila perlakuan yang diujikan berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan (*posthoc test*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Penambahan α -amilase

Karakteristik tepung terigu

Dalam penelitian ini, tepung terigu sampel (TTS) yang digunakan mengandung protein 11.72% (bb) dan kadar gluten basah 31.8%, sedangkan tepung terigu komersial (TTK) yang digunakan sebagai kontrol mengandung kadar protein 12.35% (bb) dengan kandungan gluten basah 35.0%. Dengan demikian, tepung terigu sampel masuk ke dalam kelompok kadar protein sedang, sedang tepung terigu komersial masuk ke dalam kelompok kadar protein tinggi (Gisslen 2009). Kadar air tepung terigu sampel yang diberi perlakuan dan tepung terigu komersial relatif sama (Tabel 1).

Tabel 1. Kadar air, kadar abu dan *Falling number* dari tepung terigu yang diberi perlakuan enzim α -amilase

Sampel	α -Amilase (ppm)	Kadar Air (%) ¹	<i>Falling Number</i> ¹
TTK ²	0	13.62 ± 0.04 ^a	376.00 ± 2.83 ^{ef}
TTS ³	0	13.78 ± 0.25 ^{ab}	412.50 ± 4.95 ^g
	10	13.86 ± 0.08 ^{bc}	383.00 ± 4.24 ^f
	20	14.06 ± 0.01 ^{cd}	367.50 ± 4.95 ^{de}
	30	13.90 ± 0.04 ^{bc}	360.00 ± 4.24 ^d
	40	14.06 ± 0.06 ^{cd}	345.50 ± 4.24 ^c
	50	14.08 ± 0.04 ^{cd}	338.50 ± 4.95 ^c
	60	14.08 ± 0.04 ^{cd}	323.00 ± 2.83 ^b
	70	13.94 ± 0.04 ^{bc}	320.00 ± 2.83 ^b
	80	14.04 ± 0.11 ^{cd}	311.00 ± 4.24 ^a
	90	14.05 ± 0.06 ^{cd}	306.50 ± 3.54 ^a
	100	14.20 ± 0.05 ^d	303.00 ± 4.24 ^a

Keterangan:

¹Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada p < 0.05

²TTK (Tepung terigu komersial) dengan kadar protein 12.35% (bb)

³TTS (Tepung terigu sampel) dengan kadar protein 11.72% (bb) yang ditambah 26 ppm glukosidase dan 16 ppm xylanase

Tabel 1 menunjukkan bahwa *falling number* tepung terigu tanpa perlakuan enzim memiliki nilai yang lebih besar (412.5) dibandingkan tepung terigu komersial (376). Penambahan enzim menurunkan *falling number*, dimana nilainya semakin semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi enzim α -amilase. Penambahan enzim 0-100 ppm α -amilase, glukosidase, dan xylanase mampu menurunkan nilai *falling number* yang berbeda nyata. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh WMC (2007) bahwa *falling number* dipengaruhi oleh aktivitas enzim dalam tepung terigu. Semakin rendah nilai *falling number*, maka semakin tinggi aktivitas enzim α -amilase, yang diamati dari penurunan viskositas gel pati sebagai akibat pemecahan ikatan α -glikosidik oleh enzim α -amilase (WMC 2007). Nilai *falling number* yang mende-

kati tepung terigu komersial ditunjukkan oleh tepung terigu dengan perlakuan enzim α -amilase pada kisaran 20-30 ppm. Penurunan *falling number* berkaitan dengan kemampuan enzim α -amilase dalam menghidrolisis ikatan α -1,4 pada pati dan menghasilkan α -dekstrin dengan berat molekul yang rendah (Steffolani *et al.* 2012). Senyawa hasil pemecahan ini lebih mudah difermentasi oleh khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) untuk membentuk gas karbondioksida sehingga roti lebih mengembang (Codina dan Leahu 2009; Wassermann 2009).

Karakteristik adonan

Adonan roti yang diinginkan dalam pembuatan roti tawar adalah yang memiliki karakter adonan pada parameter ekstensibilitas, kelengketan, dan tingkat kekeringan (*dryness*) yang sangat baik. Karakter adonan yang diinginkan adalah yang tidak lengket dan dapat mudah lepas setelah disentuh oleh tangan. Karakter parameter *dryness* adonan yang diinginkan adalah yang permukaan adonan yang tidak kering, serta tidak terlalu lengket dan basah jika disentuh dengan permukaan tangan. Ekstensibilitas adonan yang diinginkan adalah yang tidak mudah putus bila direntangkan.

Data analisis *Brabender Farinograph* (daya serap air terhadap terigu, stabilitas adonan, dan waktu pengembangan adonan) dan *Brabender Extensograph* (ekstensibilitas, resistensi, area dan *ratio figure*) setelah penambahan enzim α -amilase secara berturut-turut dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3, sedangkan hasil uji organoleptik adonan yang meliputi ekstensibilitas, kelengketan, dan *dryness* disajikan pada Tabel 4.

Profil *Farinograph* (Tabel 2) menunjukkan bahwa daya serap air, stabilitas adonan dan waktu pengembangan menurun dengan meningkatnya konsentrasi enzim α -amilase. Profil *Farinograph* menunjukkan bahwa perlakuan penambahan enzim α -amilase belum mampu menghasilkan adonan dengan daya serap air, resistensi dan waktu pengembangan yang mendekati adonan dari tepung terigu komersial.

Tabel 2. Profil *Farinograph* tepung terigu yang diberi perlakuan enzim α -amilase

Sampel	α -Amilase (ppm)	Daya serap air (%) ¹	waktu pengembangan (menit) ¹	Kestabilan (menit) ¹
TTK ²		64.85 ± 0.64 ^b	7.67 ± 0.66 ^b	16.32 ± 1.17 ^d
TTS ³	0	62.25 ± 0.07 ^a	7.84 ± 0.54 ^b	21.18 ± 1.34 ^f
	10	62.80 ± 0.00 ^a	1.82 ± 0.40 ^a	22.36 ± 0.30 ^f
	20	62.30 ± 0.28 ^a	1.80 ± 0.45 ^a	18.59 ± 0.00 ^e
	30	62.35 ± 0.92 ^a	1.87 ± 0.45 ^a	16.49 ± 0.10 ^{de}
	40	62.40 ± 0.14 ^a	1.82 ± 0.35 ^a	17.36 ± 2.62 ^{de}
	50	62.30 ± 0.14 ^a	1.72 ± 0.48 ^a	14.09 ± 0.58 ^c
	60	62.60 ± 0.14 ^a	1.34 ± 0.01 ^a	13.25 ± 0.18 ^{bc}
	70	62.10 ± 0.99 ^a	1.58 ± 0.01 ^a	11.33 ± 0.45 ^{ab}
	80	62.20 ± 0.85 ^a	1.44 ± 0.22 ^a	11.08 ± 0.08 ^{ab}
	90	61.95 ± 0.07 ^a	1.40 ± 0.04 ^a	10.46 ± 0.47 ^a
	100	62.45 ± 0.21 ^a	2.01 ± 0.04 ^a	10.46 ± 0.47 ^a

Keterangan mengacu pada Tabel 1

Profil *Extensograph* (Tabel 3) menunjukkan bahwa penambahan α -amilase tidak berpengaruh secara nyata

($p < 0.05$) terhadap nilai ekstensibilitas, resistensi, area dan *ratio figure*, dan nilainya masih belum mendekati profil dari tepung terigu komersial.

Dari data tersebut terlihat bahwa penambahan α -amilase pada rentang 10-100 ppm yang dikombinasikan dengan enzim α -glukosidase dan xylanase belum mampu memperbaiki karakteristik adonan agar mendekati adonan dari tepung terigu komersial, terutama karakteristik resistensi adonan pada profil *Extensograph* (Tabel 3). Demikian pula hasil uji organoleptik adonan (Tabel 4) menunjukkan bahwa penambahan enzim α -amilase mampu memperbaiki parameter ekstensibilitas adonan tepung perlakuan dibandingkan tepung terigu tanpa perlakuan, namun belum dapat menyamai tepung terigu komersial. Hal ini menunjukkan bahwa tepung perlakuan masih lebih lemah dibanding tepung terigu kontrol. Oleh karena itu perlu dilakukan penambahan asam askorbat. Penambahan asam askorbat memberikan efek penguatan jaringan gluten disebabkan oleh peningkatan ikatan silang dengan protein (Shewry dan Tatham, 2000).

Tabel 3. Profil *Extensograph* tepung terigu yang diberi perlakuan enzim α -amilase

Sampel	α -Amilase (ppm)	Ekstensibilitas (cm) ¹	Resistensi (BU) ¹	Area (cm ²) ¹	Ratio Figure ¹
TTK ²	0	18.1±1.6 ^a	518±5.7 ^e	177.0±1.4 ^f	3.0±0.9 ^b
TTS ³	0	18.2±0.6 ^{ab}	355±5.7 ^d	136.0±2.8 ^{hi}	2.0±0.1 ^a
	10	19.8±1.3 ^{ab}	349±4.2 ^d	139.5±3.5 ^{bc}	1.8±0.4 ^a
	20	19.5±0.28 ^{ab}	329±4.2 ^c	133.5±2.1 ^{bc}	1.7±0.1 ^a
	30	20.2±0.5 ^{ab}	325±5.7 ^{bc}	119.0±1.4 ^{cd}	1.4±0.1 ^a
	40	20.7±0.6 ^{ab}	322±5.7 ^{abc}	142.0±4.2 ⁱ	1.5±0.0 ^a
	50	21.2±1.8 ^{ab}	314±5.7 ^{ab}	117.0±1.4 ^c	1.2±0.1 ^a
	60	20.9±0.8 ^{ab}	315±4.4 ^{ab}	109.0±1.4 ^b	1.3±0.1 ^a
	70	22.0±3.7 ^b	314±5.7 ^{ab}	108.0±2.8 ^b	1.4±0.2 ^a
	80	19.4±1.4 ^{ab}	313.50±5.0 ^{ab}	124.0±1.4 ^{de}	1.6±0.4 ^a
	90	20.0±2.4 ^{ab}	310±4.2 ^a	128.0±2.8 ^{ef}	1.6±0.3 ^a
	100	18.0±0.3 ^a	311.5±3.5 ^a	114.0±2.8 ^a	1.8±0.1 ^a

Keterangan mengacu pada Tabel 1

Tabel 4. Skor organoleptik adonan roti dari tepung terigu yang diberi perlakuan enzim α -amilase

Sampel	α -Amilase (ppm)	Ekstensibilitas ¹	Kelengketan ¹	Dryness ¹
TTK ²	0	4.2 ^b	2.7 ^a	3.2 ^a
TTS ³	0	2.3 ^a	3.2 ^a	2.5 ^a
	30	2.7 ^{ab}	3.2 ^a	2.7 ^a

Keterangan mengacu pada Tabel 1

Mutu roti tawar

Hasil pengukuran roti tawar yang diberi perlakuan enzim α -amilase disajikan pada Tabel 5. Penambahan α -amilase meningkatkan volume roti hingga konsentrasi 30 ppm, setelah itu volume roti tawar kembali menurun. Volume roti yang terus mengembang dengan peningkatan konsentrasi α -amilase berangsur-angsur meningkatkan tekanan osmotik gas hasil fermentasi dalam adonan yang dapat menghambat proses fermentasi. Hal ini menyebabkan produksi gas karbondioksida menurun sehingga volume pengembangan roti yang dihasilkan pun menurun (Maloney dan Foy 2003).

Penambahan enzim α -amilase secara nyata mempengaruhi mutu internal aroma roti dan tekstur mengalami peningkatan dibandingkan dengan tepung kontrol tetapi

belum bisa menyamai tepung komersial. Parameter rasa roti secara umum tidak berbeda nyata dibandingkan yang dibuat dari tepung terigu kontrol. *Chewability* mengalami penurunan dibandingkan kontrol (Tabel 6). Mutu internal meningkat dengan konsentrasi enzim amilase yang meningkat, dan mencapai maksimum pada konsentrasi 30 ppm. Namun demikian, bila dibandingkan dengan roti tawar yang dibuat dari tepung terigu kontrol, mutu internal semua roti tawar dengan perlakuan 30 ppm α -amilase masih lebih rendah.

Tabel 5. Ukuran roti tawar dari tepung terigu dengan penambahan enzim α -amilase

Sampel	α -Amilase (ppm)	Ukuran		
		Tinggi (cm) ¹	Lebar (cm) ¹	Perimeter (cm) ¹
TTK ²	0	13.43±0.04 ^d	10.40±0.02 ^c	45.07±0.01 ^{de}
TTS ³	0	12.90±0.01 ^{bc}	10.40±0.03 ^c	44.60±0.01 ^d
	10	14.09±0.01 ^e	10.80±0.14 ^d	45.70±0.14 ^e
	20	14.40±0.14 ^{ef}	11.20±0.28 ^e	46.50±0.42 ^f
	30	14.70±0.14 ^f	11.70±0.14 ^f	47.60±0.28 ^g
	40	14.15±0.07 ^e	10.10±0.14 ^{bc}	45.50±0.28 ^e
	50	13.20±0.28 ^{cd}	10.20±0.07 ^{bc}	44.40±0.28 ^d
	60	13.00±0.28 ^{bcd}	10.10±0.14 ^{bc}	43.30±0.21 ^c
	70	13.00±0.00 ^{bcd}	10.20±0.14 ^{bc}	43.30±0.42 ^c
	80	12.70±0.14 ^b	9.37±0.05 ^a	43.10±0.14 ^{bc}
	90	12.60±0.42 ^b	9.40±0.28 ^a	42.40±0.28 ^b
	100	11.70±0.28 ^a	9.87±0.04 ^b	40.50±0.71 ^a

Keterangan mengacu pada Tabel 1

Tabel 6. Rata-rata skor organoleptik mutu internal roti tawar yang diberi perlakuan enzim α -amilase

Sampel	α -amilase (ppm)	Remah ¹	Warna <i>crumb</i> ¹	Aroma ¹	Rasa ¹	Tekstur ¹	<i>Chewability</i> ¹
TTK ²	0	13.8 ^a	4.8 ^b	10.0 ^b	14.0 ^a	14.7 ^c	4.0 ^a
TTS ³	0	14.0 ^a	4.0 ^a	8.7 ^a	13.8 ^a	13.0 ^a	4.0 ^a
	30	14.0 ^a	4.0 ^a	8.8 ^a	14.0 ^a	14.0 ^b	4.2 ^a

Keterangan mengacu pada Tabel 1

Penambahan enzim α -amilase secara nyata memperbaiki mutu eksternal roti (volume, warna kulit dan *oven spring*), namun belum mampu memperbaiki parameter internal roti (warna *crumb*, aroma dan tekstur) (Tabel 7). Parameter internal roti (pada sifat remah, rasa dan *chewability*) dan karakter eksternal roti (keseragaman warna pembakaran, volume, dan kesimetrisan bentuk roti tawar) tidak berbeda nyata dibandingkan kontrol (Tabel 7). Mutu eksternal dan eksternal yang paling mendekati roti dari tepung terigu komersial ditunjukkan oleh roti dari tepung terigu yang ditambahkan 30 ppm α -amilase. Dengan demikian, penggunaan 30 ppm enzim α -amilase belum mampu memperbaiki karakteristik ekstensibilitas adonan mendekati tepung terigu komersial, walaupun sudah memperbaiki parameter kelengketan dan *dryness* dari adonan.

Tabel 7. Rata-rata skor organoleptik mutu eksternal roti tawar yang diberi perlakuan enzim α -amilase

Sampel	α -Amilase (ppm)	Volume ¹	Warna kulit ¹	Warna pembakaran ¹	Bentuk ¹	Karakter kulit ¹	<i>Oven spring</i> ¹
TTK ²	0	9.7 ^b	7.2 ^a	4.0 ^a	4.0 ^a	4.0 ^a	3.0 ^b
TTS ³	0	8.0 ^a	7.8 ^b	3.8 ^a	3.8 ^a	4.0 ^a	2.3 ^a
	30	10.0 ^b	7.8 ^b	4.0 ^a	4.0 ^a	4.8 ^b	3.7 ^c

Keterangan mengacu pada Tabel 1

Pengaruh Penambahan Asam Askorbat Karakteristik adonan

Pengaruh penambahan asam askorbat terhadap karakteristik adonan disajikan pada Tabel 8 (*Farinograph*) dan 9 (*Extensograph*). Penambahan asam askorbat mampu meningkatkan kestabilan adonan secara nyata ($p < 0.05$), namun tidak berpengaruh pada waktu pengembangan dan daya serap air. Nilai waktu pengembangan yang lebih rendah menyebabkan lebih cepatnya pembentukan jaringan gluten. Hal ini dapat disebabkan oleh penggunaan tepung terigu dengan kandungan gluten yang rendah, sehingga energi yang diberikan selama proses pencampuran menghasilkan adonan yang kalis dalam waktu yang lebih singkat (Dua *et al.* 2009).

Tabel 8. Profil Farinograph tepung terigu yang diberi perlakuan asam askorbat

Sampel	Asam Askorbat (ppm)	Daya Serap air (%) ¹	Waktu Pengembangan (menit) ¹	Stability (menit) ¹
TTK ²	0	64.0 ± 0.6 ^b	2.4 ± 0.1 ^a	22.7 ± 0.7 ^b
TTS ³	0	62.0 ± 0.6 ^a	1.8 ± 0.3 ^a	17.5 ± 0.1 ^a
	10	61.7 ± 0.1 ^a	2.1 ± 0.1 ^a	17.6 ± 0.1 ^a
	20	61.7 ± 0.1 ^a	2.0 ± 0.1 ^a	17.7 ± 0.0 ^a
	30	61.6 ± 0.0 ^a	2.0 ± 0.6 ^a	17.8 ± 0.0 ^a
	40	61.5 ± 0.1 ^a	2.2 ± 0.60 ^a	17.8 ± 0.0 ^a
	50	61.3 ± 0.1 ^a	2.1 ± 0.1 ^a	17.8 ± 0.3 ^a

Keterangan:

¹Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada $p < 0.05$

²TTK (Tepung terigu komersial) dengan kadar protein 12.35% (bb)

³TTS (Tepung terigu sampel) dengan kadar protein 11.72% (bb) yang ditambah enzim (30 ppm α -amilase, 26 ppm glukosidase dan 16 ppm xylanase) pada konsentrasi asam askorbat yang berbeda

Tabel 9. Profil Ekstensograph tepung terigu yang diberi perlakuan asam askorbat

Sampel	Asam askorbat (ppm)	Ekstensibilitas (cm) ¹	Resistensi (BU) ¹	Area (cm ²) ¹	Ratio Figure ¹
TTK ²	0	19.1 ± 0.2 ^b	436.0 ± 2.8 ^d	172.0 ± 2.8 ^d	2.30 ± 0.02 ^b
TTS ³	0	16.1 ± 0.4 ^a	318.0 ± 1.4 ^a	112.0 ± 1.4 ^a	1.97 ± 0.04 ^a
	10	16.2 ± 0.2 ^a	369.5 ± 2.1 ^b	114.5 ± 0.7 ^a	2.29 ± 0.02 ^b
	20	16.3 ± 0.2 ^a	405.0 ± 1.4 ^c	116.0 ± 1.4 ^a	2.49 ± 0.04 ^c
	30	16.5 ± 0.1 ^a	499.0 ± 2.8 ^e	120.5 ± 0.7 ^b	3.03 ± 0.00 ^d
	40	16.7 ± 0.2 ^a	510.5 ± 2.1 ^f	122.5 ± 2.1 ^b	3.07 ± 0.05 ^d
	50	16.8 ± 0.1 ^a	518.0 ± 1.4 ^g	128.0 ± 1.4 ^c	3.11 ± 0.06 ^d

Keterangan mengacu pada Tabel 8

Penambahan asam askorbat dari hasil analisis *Extensograph* (Tabel 9) menunjukkan adanya peningkatan resistensi adonan. Asam askorbat mempercepat pembentukan ikatan disulfida pada struktur protein yang dapat menggantikan gugus thiol, sehingga struktur protein semakin kuat dan kaku yang menyebabkan kemampuan resistensi adonan meningkat (Hruskova dan Novotna 2003).

Hasil uji organoleptik adonan dari tepung terigu yang diberikan perlakuan asam askorbat disajikan pada Tabel 10. Penambahan 40-50 ppm asam askorbat memiliki hasil yang tidak berbeda nyata untuk parameter ekstensibilitas, kelengketan, dan *dryness* dari adonan tepung terigu perlakuan dengan tepung terigu komersial.

Tabel 10. Skor sensori adonan roti dengan penambahan asam askorbat (pada konsentrasi 30 ppm α -amilase)

Atribut	Komersial	Asam askorbat (ppm)					
		0	10	20	30	40	50
Dryness	3.2b ^c	2.2 ^a	2.3 ^a	2.3 ^a	2.5 ^{ab}	3.5 ^c	3.3 ^c
Ekstensibilitas	3.5 ^b	2.3 ^a	2.5 ^a	2.7 ^a	2.8 ^a	3.5 ^b	3.7 ^b
Stickiness	2.7 ^b	1.8 ^a	2.5 ^b	2.7 ^b	2.7 ^b	2.7 ^b	3.0 ^b

Mutu roti tawar

Hasil pengukuran ukuran (tinggi, lebar, dan perimeter) roti tawar dapat dilihat pada Tabel 11. Semakin besar tinggi dan lebar roti tawar yang dihasilkan, maka volume roti tawar semakin besar. Roti tawar yang memiliki tinggi, lebar dan perimeter roti yang paling besar adalah yang dibuat dari tepung terigu dengan penambahan 40 ppm asam askorbat.

Tabel 11. Ukuran roti tawar dengan tepung terigu yang diberi perlakuan asam askorbat

Sampel	Jumlah (ppm)	Tinggi ¹	Lebar ²	Perimeter ³
TTK ²	0	13.65 ± 0.07 ^a	10.25 ± 0.35 ^a	44.45 ± 0.49 ^a
TTS ³	0	14.60 ± 0.14 ^{cd}	10.35 ± 0.21 ^a	45.85 ± 0.49 ^{bc}
	10	14.30 ± 0.28 ^{bc}	10.25 ± 0.35 ^a	46.60 ± 0.85 ^c
	20	14.10 ± 0.00 ^b	10.25 ± 0.35 ^a	45.40 ± 0.28 ^{abc}
	30	14.05 ± 0.07 ^b	10.30 ± 0.14 ^a	45.25 ± 0.35 ^{ab}
	40	14.90 ± 0.14 ^d	10.85 ± 0.92 ^a	48.10 ± 0.14 ^d
	50	14.05 ± 0.07 ^b	10.45 ± 0.21 ^a	46.60 ± 0.57 ^c

Keterangan mengacu pada Tabel 8

Hasil uji organoleptik mutu internal dan eksternal roti tawar yang diberi perlakuan asam askorbat disajikan pada Tabel 12 dan 13. Skor aroma dari roti tawar dipengaruhi secara nyata pada penambahan 40 ppm dan 50 ppm asam askorbat (Tabel 12). Rasa roti tawar dengan penambahan asam askorbat memberikan hasil penurunan penerimaan yang berbeda nyata dibandingkan roti tawar dari tepung terigu komersial. Namun demikian, beberapa panelis mengidentifikasi rasa sedikit asam pada penambahan 50 ppm asam askorbat. Warna kulit roti tawar tidak banyak dipengaruhi oleh konsentrasi asam askorbat hingga konsentrasi 10 ppm. Penambahan 20-30 ppm asam askorbat mampu memperbaiki kulit roti tawar sehingga mendekati kulit roti tawar yang dibuat dari tepung terigu komersial.

Penambahan asam askorbat mempengaruhi secara nyata ($p < 0.05$) pengembangan roti tawar dan mencapai pengembangan maksimum pada konsentrasi 40 ppm asam askorbat (Tabel 13). Peningkatan kemampuan resistensi adonan dari hasil pengukuran *Extensograph* berbanding lurus dengan volume roti tawar yang juga mengalami peningkatan. Peningkatan nilai resistensi adonan setelah dilakukan penambahan asam askorbat disebabkan oleh terjadinya reaksi oksidasi pada asam askorbat saat proses *kneading* adonan karena adanya air dan paparan oksigen. Hal ini mengakibatkan gugus sulfidril pada protein tepung teroksidasi membentuk ikatan silang disulfida yang memperkuat adonan jika diregangkan. Hal ini memperkuat kemampuan adonan dalam menahan gas hasil fermentasi yang menyebabkan volume roti meningkat (Hruskova dan Novotna 2003).

Peningkatan volume roti terjadi hingga mencapai konsentrasi optimum pada konsentrasi 40 ppm asam askorbat. Setelah melewati konsentrasi optimum tersebut, adonan semakin kuat apabila diregangkan, sehingga gas hasil fermentasi yang dihasilkan tidak mampu menyebabkan roti mengembang dengan baik (Codina 2008). Codina (2008) melaporkan bahwa pengembangan volume roti maksimum diperoleh setelah penambahan 70 ppm asam askorbat pada tepung terigu dengan kualitas medium gluten basah (27-30%). Hasil penelitian tersebut berbeda dengan dengan penelitian ini, karena tepung terigu yang digunakan juga dilakukan penambahan enzim α -amilase, α -glukosidase dan xylanase. Kombinasi enzim tersebut menyebabkan waktu pengembangan adonan yang rendah, sehingga dengan penambahan asam askorbat pada konsentrasi rendah sudah cukup untuk menghasilkan pengembangan volume roti yang optimum. Bila asam askorbat ditambahkan terlalu banyak, maka resistensi adonan berubah selama pembentukan adonan dan mulai rusak saat *proofing* karena ekstensibilitasnya berkurang, yang mengakibatkan roti yang dihasilkan memiliki volume yang kecil dan kulit yang kasar (Hruskova dan Novotna 2003).

Tabel 12. Rata-rata skor organoleptik mutu internal roti tawar dengan penambahan asam askorbat (pada konsentrasi 30 ppm α -amilase)

Atribut	Asam Askorbat (ppm)						
	Komer-sial	0	10	20	30	40	50
Aroma	10.0 ^c	10.0 ^c	9.7 ^c	9.3 ^{bc}	9.3 ^{bc}	8.8 ^{ab}	8.5 ^a
Rasa	15.0 ^d	14.8 ^d	14.2 ^c	13.8 ^c	13.0 ^b	12.7 ^b	11.8 ^a
Mestication & chewability	4.0 ^a	3.8 ^a	3.7 ^a	2.3 ^a	4.0 ^a	4.0 ^a	3.8 ^a
Tekstur	14.5 ^a	14.2 ^{ab}	14.0 ^a	14.0 ^a	13.8 ^{ab}	13.8 ^{ab}	13.7 ^a
Warna crumb	5.0 ^b	4.7 ^a	5.0 ^b	5.0 ^b	5.0 ^b	5.0 ^b	5.0 ^b
Warna kulit	7.5 ^b	6.0 ^a	6.0 ^a	7.5 ^b	7.7 ^b	6.5 ^a	6.2 ^a
Sifat remah	14.8 ^e	12.7 ^a	13.5 ^{bc}	13.2 ^{ab}	13.7 ^{bc}	14.0 ^{cd}	14.5 ^{de}

Tabel 13. Rata-rata skor organoleptik mutu eksternal roti tawar dengan penambahan asam askorbat (pada konsentrasi 30 ppm α -amilase)

Atribut	Asam Askorbat (ppm)						
	Komer-sial	0	10	20	30	40	50
Keragaman warna	4.0 ^b	3.2 ^a	4.0 ^b	3.8 ^b	3.8 ^b	4.0 ^b	3.7 ^b
Bentuk	4.0 ^c	3.0 ^b	2.3 ^a	2.5 ^{ab}	3.0 ^b	4.0 ^c	3.8 ^c
Overspring	4.0 ^b	3.8 ^b	3.7 ^b	2.3 ^a	4.0 ^b	4.0 ^b	3.8 ^b
Karakter kulit	3.3 ^a	4.7 ^b	4.5 ^b	4.8 ^b	4.7 ^b	4.5 ^b	4.3 ^b

Berdasarkan hasil tersebut, maka penggunaan asam askorbat 40 ppm yang dikombinasikan dengan enzim α -amilase (30 ppm), α -glukosidase (26 ppm) dan xylanase (16 ppm) mampu memperbaiki karakteristik adonan dan mutu roti dibandingkan tepung terigu sampel tanpa perlakuan. Karakteristik adonan dan mutu roti tawar yang dihasilkan secara umum tidak berbeda nyata dengan yang dihasilkan dari tepung terigu komersial.

KESIMPULAN

Modifikasi tepung terigu yang memiliki protein dengan kadar gluten basah (31.8%) dengan penambahan campuran enzim (30 ppm α -amilase, 26 ppm α -glukosi-

dase dan 16 ppm xylanase) yang dikombinasikan dengan 40 ppm asam askorbat dapat memperbaiki karakteristik organoleptik adonan, ekstensibilitas, kelengketan dan *dryness* secara nyata dibandingkan tepung komersial. Hasil *Farinograph* menunjukkan waktu pengembangan (*development time*) tidak berbeda nyata dengan tepung komersial, tetapi daya serap air dan stabilitas adonan belum mampu diperbaiki secara nyata. Hasil *Brabender Extensograph* menunjukkan tepung terigu yang diberi perlakuan tersebut memiliki resistensi dan *ratio figure* adonan yang lebih baik dibandingkan yang tanpa perlakuan. Ekstensibilitas dan area kurva masih belum baik dibandingkan dengan tepung terigu komersial. Tepung terigu hasil dengan perlakuan kombinasi enzim dan asam askorbat tersebut memperbaiki volume pengembangan dari roti, dan parameter mutu roti internal (*chewability*, tekstur, warna *crumb*, dan sifat remah), namun berbeda nyata pada parameter aroma dan rasa. Parameter eksternal (warna kulit, volume, keseragaman warna pembakaran, kesimetrisan bentuk, karakter kulit dan *oven spring*) yang dihasilkan tidak berbeda nyata dengan yang dibuat dari tepung terigu komersial.

DAFTAR PUSTAKA

- [AACC] American Association of Cereal Chemists. 2000. Approved Methods of The American Association of Cerial Chemists 10th Edition. St. Paul (US): AACC International
- Baratto CM, Becker NB, Gelinski JMLN, Silveira SM. 2015. Influence of enzymes and ascorbic acid on dough rheology and wheat bread quality. *Afr J Biotech* 14(46): 3124-3130. DOI: 10.5897/AJB 2015. 14931
- Bonet A, Rosell CM, Perez-Munuera I, Hernando I. 2007. Rebuilding gluten network of damaged wheat by means of glucose oxidase treatment. *J Sci Food Agr* 87(7): 1301-1307. DOI: 10.1002/jsfa.2846.
- Brown A. 2015. Understanding Food Principles and Preparation. Stamford (US): Cengage Learning.
- Codina GG. 2008. Effects of different doses of ascorbic acid on alveograph and bread making quality of wheat flour with average quality as starting material. *JAPT* 14: 87-92.
- Codina GG, Leahu A. 2009. The improvement of the quality of wheat flour with a lower content of α -amylase through the addition of different enzymatic products. *Lucrari Stiintifice seria Agr* 52: 629-635.
- Courtin CM, Delcour JA. 2001. Relative activity of endo-xylanases towards water extractable and water-unextractable arabinoxylan. *J Cereal Sci* 33(3): 301-312. DOI: 10.1006/jcrs.2000.0354.
- Dua S, Lukow OM, Humphreys G, Adams K. 2009. Effect of extraction methods and wheat cultivars on gluten functionality. *Open Food Sci J* 3: 84-92. DOI: 10.2174/1874256400903010084.
- Gisslen W. 2009. Professional Baking: Fifth Edition. New Jersey (CN): John Wiley & Sons, Inc.
- Haarasilta S, Pullinen T. 1992. Novel enzyme combination: A new tool to improve baking results. *Agro-Food Industry Hi-Tech* 3: 12-13.

- Hruskova M, Novotna D. 2003. Effect of ascorbic acid on the rheological properties of wheat fermented dough. *Czech J Food Sci* 21(4): 137-144.
- Maloney DH, Foy JJ. 2003. Yeast Fermentations in K.pulp & K.lorenz (Eds). *Handbook of Dough Fermentation*. Boca Raton: CRC Press.
- Mudjisiyono R. 1994. Studi pembuatan roti campuran tepung jagung dan sorgum. *J Ilmu Pertanian Indonesia* 4(1): 16-22.
- Mudjajanto ES, Yulianti LN. 2010. *Membuat Aneka Roti*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Rasiah IA, Suttom KH, Low FL, Lin HM, Gerrard JA. 2005. Cross-linking of wheat dough protein by glucose oxidase and resulting effects on bread and croissants. *Food Chem J* 89: 325-332.
- Saliem HP, Reni K. 2010. Situation and trends of wheat flour consumption in Indonesia: Analysis of Susenas food consumption data (1996-2008). Departemen Pertanian Indonesia. Jakarta (ID).
- Shewry P.R, Tathan A.S. (2000). *Wheat Gluten*. Th Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK: 271-282
- Sollner LS. 2016. *How to Deal with Changing Flour Quality*. AIB International School of Baking. USA.
- Steffolani ME, Ribotta PD, Perez GT, Leon AE. 2012. Combinations of glucose oxidase, α -amylase and xylanase affect dough properties and bread quality. *J Food Sci and Tech* 47(3): 525-534. DOI: 10.1111/ j.1365-2621.2011.02873.x
- Vemulapalli V, Miller KA, Hosney RC. 1998. Glucose oxidase in breadmaking systems. *Cereal Chem* 75: 439-442.
- Wassermann L. 2009. *Bread Improvers—Action and Application*. Geschäftsbereich (GE): Wissensforum Backwaren e.V.
- [WMC] Wheat Marketing Center. 2007. *Wheat and Flour Testing Methods: a Guide to Understanding Wheat and Flour Quality*. Oregon (US): North American Export Grain Association.

JMP-07-17-002- Naskah diterima untuk ditelaah pada 5 April 2016. Revisi makalah disetujui untuk dipublikasi pada 22 Agustus 2016. Versi Online: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jmp>