

DAYA SERAP AIR SEBAGAI ACUAN UNTUK MENENTUKAN VOLUME AIR DALAM PEMBUATAN ADONAN ROTI DARI CAMPURAN TEPUNG TERIGU DAN TEPUNG SINGKONG

Water Absorption as Reference to Determine the Volume of Water in Dough Making from Wheat Flour and Cassava Flour Mixtures

Rusdin Rauf, Dwi Sarbini

Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta,
Jl. A. Yani, Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura, Surakarta 57162
Email: rusdin.rauf@ums.ac.id

ABSTRAK

Substitusi tepung singkong dalam pembuatan adonan roti seringkali menghasilkan adonan yang tidak terhidrasi dengan baik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan volume air yang tepat dalam pembuatan adonan dari campuran tepung terigu dan tepung singkong. Penelitian dilakukan dengan menganalisis sifat amilografi dan daya serap air dari campuran tepung terigu dan tepung singkong. Data daya serap air dijadikan acuan dalam penentuan volume air pada pembuatan adonan dari campuran tepung terigu dan tepung singkong. Kemudian dilakukan analisis elongasi adonan. Hasil amilografi menunjukkan bahwa tepung terigu lebih stabil terhadap panas dibanding tepung singkong. Makin besar porsi penambahan tepung singkong, semakin kecil stabilitas panasnya. Tepung singkong menunjukkan daya serap air yang lebih tinggi dibanding tepung terigu. Peningkatan daya serap air dari campuran tepung, seiring dengan peningkatan porsi tepung singkong, yang memberikan kecenderungan linear, dengan nilai $R^2 = 0,972$. Berdasarkan teknik proporsional dengan daya serap air dalam menentukan volume air, *tensile strength* terbesar diberikan oleh adonan dari tepung terigu:tepung singkong 100:0 dan 90:10. Sedangkan *strain* tertinggi ditunjukkan oleh adonan campuran tepung terigu:tepung singkong 100:0.

Kata kunci: Air, singkong, adonan, amilografi, elongasi

ABSTRACT

Cassava flour substitution in the dough preparation often result in dough that is not properly hydrated. The purpose of the research was to determine the proper water volume in making dough from wheat flour and cassava flour mixtures. The research was conducted by analyzing amylograph characteristic and water absorption capacity of wheat flour and cassava flour mixtures. The water absorption was used as a reference to determine the volume of water in the dough preparation of mixed flours. Then, the elongation properties of the doughs were measured. Amylograph data indicated that wheat flour displayed a higher temperatur stability than cassava flour. The more portion of cassava flour, the lower its thermal stability. The water absortion of cassava flour was higher than wheat flour. The increasing of water absorbtion, in line with the increasing of cassava flour portion, which gave a linear trend, $R^2 = 0.972$. Based on the technique of proportional to water absorption in determine the water volume, the biggest tensile strength of dough was revealed by wheat flour:cassava flour 100:0 and 90:10. However, the highest strain displayed by dough of wheat flour:cassava flour 100:0.

Keywords: Water, cassava, dough, amylograph, elongation

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk Indonesia yang tidak seimbang dengan peningkatan produksi pangan mendorong peningkatan jumlah impor pangan. Selain beras, gandum

merupakan salah satu komoditi impor yang terus mengalami peningkatan setiap tahun. Pada tahun 2010, 2011, dan 2012, impor gandum Indonesia berturut-turut sebesar 4.669.475 ton, 5.475.148 ton, dan 6.250.489 ton (APTINDO, 2013).

Salah satu strategi yang cukup gencar dilakukan untuk menghambat tingginya impor gandum sebagai bahan baku pengolahan tepung terigu adalah dengan meningkatkan pemanfaatan pangan lokal sumber karbohidrat seperti singkong, ubi jalar, sukun, kimpul, ganyong dan garut. Pangan lokal tersebut terlebih dahulu diolah menjadi tepung sebagai produk antara yang lebih fleksibel pemanfaatannya untuk diolah menjadi berbagai produk pangan dengan beragam bentuk dan citarasa. Selain itu, dalam bentuk tepung, masa simpannya lebih lama, serta lebih praktis dalam proses distribusi.

Tepung pangan lokal, seperti tepung singkong, sering digunakan sebagai bahan pensubstitusi tepung terigu dalam pengolahan produk seperti roti. Namun, Nwosu dkk. (2014) melaporkan bahwa makin tinggi tingkat substitusi tepung singkong, semakin rendah tingkat penerimaan roti. Eriksson dkk. (2014) menyatakan bahwa makin tinggi porsi substitusi tepung singkong, semakin tinggi kekerasan roti, namun elastisitas dan volume roti semakin kecil.

Salah satu faktor penentu mutu roti adalah volume air yang digunakan dalam pembuatan adonan. Air berperan penting dalam pembentukan sifat viskoelastisitas adonan, melalui pembentukan ikatan-ikatan disulfida dan ionik antar komponen protein (Belitz dkk., 1986). Jika jumlah air yang digunakan sedikit atau kurang dalam proses pembentukan adonan, maka interaksi antar komponen akan terhambat. Namun jika air yang digunakan berlebih, dapat menyebabkan rusaknya interaksi antar komponen (Shewry dkk., 2001). Penambahan air dalam jumlah yang tepat, dapat membentuk adonan dengan sifat viskoelastisitas yang optimal.

Tepung terigu dan tepung singkong memiliki daya serap air yang berbeda (Nwosu dkk., 2014). Hal ini berdampak pada perbedaan volume air yang dibutuhkan pada tingkat substitusi tepung singkong yang berbeda untuk membentuk adonan dengan interaksi antar komponen yang baik, sehingga penentuan jumlah air yang dibutuhkan secara tepat, sangat penting dalam pembuatan adonan, khususnya jika digunakan campuran dari dua atau lebih tepung yang berbeda.

Volume air yang digunakan pada pembuatan roti dengan tepung yang disubstitusi ditentukan dengan dua cara. Pertama, volume air sama untuk semua tingkat substitusi. Olaoye dan Onilude (2008) telah melakukan penelitian untuk mengurangi penggunaan tepung terigu dengan mensubstitusikan tepung sukun, dengan menggunakan air dalam jumlah yang sama dari setiap tingkat substitusi. Kedua, volume air berbeda untuk setiap tingkat substitusi. Oluwamukomi dkk. (2011) melaporkan campuran tepung terigu dan tepung singkong pada perbandingan yang bervariasi, dengan volume air yang digunakan 76 - 80 ml untuk setiap 100 gram campuran tepung. Pasqualone dkk. (2010) membandingkan roti tawar yang dibuat dari tepung terigu dan tepung singkong, dengan

volume air yang berbeda, yaitu dari 70 ml sampai 120 ml untuk setiap 100 gram tepung terigu atau campuran tepung terigu dan tepung singkong. Perbedaan volume air tersebut didasarkan pada pengalaman pembuatan adonan untuk mendapatkan konsistensi yang sama secara sensorik.

Dampak dari substitusi atau pencampuran tepung adalah perubahan daya serap air dari campuran tepung (Adeleke dan Odedeji, 2010), jika kedua jenis tepung (tersubstitusi dan pensubstitusi) memiliki daya serap air yang berbeda. Jumlah air yang dibutuhkan dalam pembuatan adonan disamakan dengan kebutuhan air untuk tepung terigu tanpa perlakuan substitusi. Tentu saja hal ini menyebabkan tidak optimalnya interaksi antar komponen dalam pembentukan adonan pada campuran tepung.

Meskipun beberapa peneliti telah menggunakan jumlah air yang berbeda untuk setiap tingkat substitusi tepung dalam pembuatan adonan, namun hanya didasarkan pada pengalaman dan kepekaan sensorik yang setiap saat bisa berubah. Tidak adanya acuan yang tepat dan pasti volume air yang diperlukan untuk perlakuan campuran tepung, dapat berdampak pada tidak konsistennya kualitas adonan dan produk olahan dari setiap frekuensi produksi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi teknik penentuan jumlah air yang didasarkan pada daya serap air tepung, terhadap sifat elongasi adonan dari campuran tepung terigu dan tepung singkong.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung terigu (*hard flour*), singkong, mentega, garam, gula, yeast, dan pengemulsi. Singkong diperoleh dari pasar tradisional di Surakarta, sedangkan tepung terigu, mentega, garam, gula, yeast dan pengemulsi diperoleh dari supermarket di Surakarta.

Alat

Peralatan yang digunakan terbagi atas dua kelompok, yaitu alat pengolahan dan alat analisis. Alat untuk pengolahan antara lain pengering kabinet, pengayak, dan *mixer* adonan. Alat untuk analisis antara lain *Viscometer brookfield DV II + pro* dari Chicago-USA untuk analisis sifat amilografi, dan *universal testing machine* model Z0.5 dari Zwick/Roell AG, Jerman.

Pembuatan Tepung Singkong

Pembuatan tepung singkong mengikuti prosedur Eduardo dkk. (2013) dengan modifikasi pada teknik pengeringan. Singkong dikupas, kemudian dicuci. Selanjutnya

singkong diiris tipis dengan ketebalan 1 mm, dilanjutkan dengan pengeringan menggunakan pengering kabinet pada suhu 60°C selama 20 jam. Irisan singkong kering kemudian digiling, lalu diayak 120 mesh.

Analisis Amilografi

Karakteristik pasta dianalisis menggunakan viskometer DV-II+Pro, sesuai dengan prosedur yang dilaporkan oleh Julianti dkk. (2011). Sebanyak 1 gram sampel dimasukkan ke dalam *chamber* viskometer. Ditambahkan aquades 10 ml, kemudian diaduk. Setelah alat viskometer dihidupkan dan proses *outozero* selesai, segera dipasang spindle (SC4-28). Kemudian diatur kecepatan putaran spindle pada 100 RPM. Pengendali suhu menggunakan TC-112P. Suhu ditingkatkan secara bertahap hingga 95°C. Suhu 95°C dipertahankan selama 10 menit. Kemudian secara bertahap suhu diturunkan hingga 50°C.

Analisis Daya serap Air

Analisis daya serap air dimodifikasi dari Valdez-Niebla dkk. (1993) dan Ju dan Mittal (1995). Sebanyak 1 gram campuran tepung ditambahkan 10 ml aquades, lalu divorteks selama 2 menit. Kemudian dibiarkan selama 15 menit. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi 3000 rpm, selama 25 menit. Supernatan dipisahkan, kemudian sampel ditimbang. Selisih antara berat sampel setelah menyerap air dan sampel kering per 100 g menunjukkan banyaknya air yang diserap oleh tepung. Daya serap air diekspresikan dalam persen daya serap air tepung.

Penentuan Volume Air

Penentuan volume air dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama, adonan dibuat dengan tiga variasi volume air, yaitu 62,5%, 65% dan 67,5% dari bobot tepung terigu. Ketiga adonan tersebut difermentasi selama 30 menit dalam gelas beker dengan dimensi yang sama. Tinggi adonan diukur dari dasar hingga puncak adonan yang membentuk kurva terbalik. Adonan dengan tingkat pengembangan tertinggi dipilih sebagai acuan pada tahap selanjutnya. Tinggi adonan sebagai indikator mutu adonan sesuai dengan prosedur yang dilaporkan oleh Codina dkk. (2013).

Volume air yang terpilih untuk membuat adonan dari tepung terigu, dijadikan sebagai acuan untuk tahap kedua. Pada tahap kedua, diaplikasikan dua teknik penentuan volume air untuk membuat adonan roti dengan variasi campuran tepung terigu dan tepung singkong. Teknik pertama, volume air sama untuk semua sampel campuran tepung. Teknik kedua, volume air beda untuk setiap variasi campuran tepung terigu dan tepung singkong, tergantung pada daya serap airnya. Teknik kedua ini selanjutnya disebut sebagai teknik proporsional

terhadap daya serap air. Volume air yang diperlukan untuk setiap variasi rasio campuran tepung terigu dan tepung singkong dihitung dengan menggunakan persamaan regresi linear dari daya serap air campuran tepung terigu dan tepung singkong.

Pembuatan Adonan

Bahan-bahan pembuatan adonan yaitu tepung terigu atau campuran tepung terigu dan tepung singkong (200 g), gula pasir (4 g), garam (3 g), margarine (4 g), emulsifier (4 g), yeast (4 g), dan air (65% v/b terhadap tepung terigu atau campuran terigu dan tepung singkong). Semua bahan dicampur selama 10 menit, kemudian difermentasi selama 30 menit.

Analisis Elongasi

Pengukuran elongasi adonan menurut prosedur yang dilakukan oleh Uthayakumaran dkk. (2000). Adonan diletakkan di antara dua plat dari *universal testing mechine*, dengan diameter 30 mm. Plat bawah merupakan plat yang tidak bergerak, sedangkan plat atas adalah plat yang dapat bergerak. Kedua sisi plate tersebut terlebih dahulu ditempelkan kertas amplas nomor 100 agar adonan lebih kuat menempel pada saat ditarik. Setelah adonan menempel pada kedua sisi, dibiarkan selama 1 menit, kemudian adonan ditarik oleh plat atas, dengan kecepatan 10 mm/menit. Kekuatan tarikan (*tensile strength*) untuk mendeformasi adonan dan nilai *strain* tercatat pada monitor.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap. Penentuan volume air melalui proses seleksi dari tiga variasi volume air, yaitu 62,5 %, 65 % dan 67,5 % (b/v terhadap tepung terigu atau campuran terigu dan tepung singkong). Selanjutnya perlakuan variasi campuran tepung terigu dan tepung singkong yaitu 100:0, 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 70:30, 80:20, 90:10 dan 100:0. Data dianalisis menggunakan ANOVA satu arah. Perbedaan hasil dianalisis menggunakan uji Duncan pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Amilografi

Sifat amilografi memberikan gambaran tentang karakteristik pati/tepung yang dipanaskan dalam air, antara lain sifat gelatinisasi dan viskositas. Sifat amilografi campuran tepung terigu dan tepung singkong ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik pasta dari campuran tepung terigu dan tepung singkong

Terigu: Singkong	Gelatinisasi		Viskositas Puncak			Viscositas (Cp)	
	Menit	Suhu (°C)	Menit	Suhu (°C)	Visc. (Cp)	Dingin (50°C)	Balik
100:0	10	61,9	19	93,7	265	395	130
90:10	14	80,6	18	93,4	310	645	335
80:20	16	86,8	18	93,1	315	625	310
70:30	11	70,4	17	93,1	390	675	285
60:40	13	76,1	18	83,3	725	1085	360
50:50	11	69,1	17	92,1	505	720	215
40:60	11	68,7	17	90,8	850	825	-25
30:70	11	68,2	17	90,4	1145	890	-255
20:80	12	73,0	14	80,3	3335	1500	-1835
10:90	12	71,9	15	82,5	1845	1110	-735
0:100	11	67,9	15	82,5	1750	1040	-710

Sifat amilografi tepung memberikan petunjuk tentang stabilitas pasta dan kualitas dari produk antara berupa tepung serta produk akhir yang merupakan bahan makanan siap santap. Suhu gelatinisasi pati menunjukkan suhu dimana pati alami yang berbentuk semikristalin mengalami perubahan menjadi amorphous. Makin tinggi suhu gelatinisasi, semakin tinggi stabilitas dari kristal pati. Tester dan Morrison (1990) menjelaskan bahwa ikatan-ikatan hidrogen pembentuk struktur heliks dari kristal pati, putus selama proses gelatinisasi. Kemudian membentuk ikatan hidrogen yang baru dengan air.

Tepung terigu menunjukkan suhu gelatinisasi yang lebih rendah dibanding tepung singkong. Namun ada kecenderungan bahwa suhu gelatinisasi dari campuran dengan porsi tepung terigu yang lebih banyak, menunjukkan suhu gelatinisasi yang lebih tinggi dibanding campuran dengan porsi tepung singkong yang lebih banyak. Kasus ini berbeda dengan laporan Zhang dkk. (2011) bahwa campuran dua jenis pati dengan porsi yang berbeda, memberikan suhu gelatinisasi yang lebih tinggi dengan semakin banyaknya porsi pati yang secara tunggal memiliki suhu gelatinisasi yang lebih tinggi. Adebowale dkk. (2012) menjelaskan bahwa tingginya suhu gelatinisasi mengindikasikan tingginya tingkat asosiasi antar granula pati.

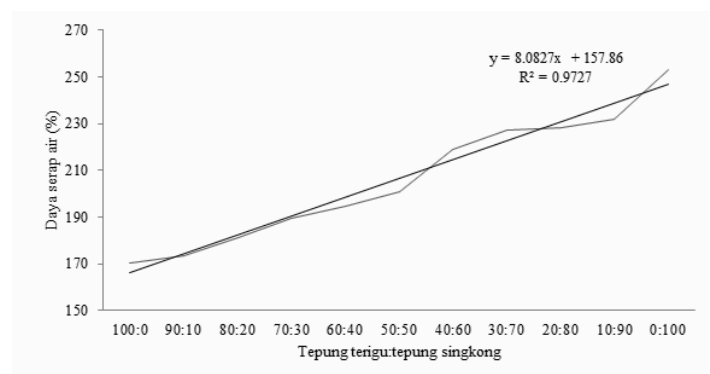
Secara umum, sampel campuran tepung, dengan porsi singkong yang lebih banyak menunjukkan viskositas puncak yang lebih tinggi dibandingkan campuran dengan porsi terigu yang lebih banyak. Namun, suhu pencapaian viskositas puncak dari terigu dan campurannya dengan porsi terigu yang lebih banyak tampak lebih tinggi dibanding tepung singkong dan campurannya dengan porsi tepung terigu yang lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa tepung terigu lebih resisten terhadap panas dibanding tepung singkong. Zhang

dkk. (2005) menjelaskan bahwa resistensi terhadap panas dipengaruhi oleh ikatan silang dari pati.

Saat suhu diturunkan, kemudian dipertahankan pada suhu 50°C, sampel berupa campuran tepung dengan porsi tepung singkong lebih banyak, memberikan viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan campuran tepung dengan porsi tepung terigu yang lebih banyak. Namun campuran tepung dengan porsi tepung terigu yang lebih banyak menunjukkan viskositas dingin yang lebih tinggi dibanding viskositas puncaknya. Peningkatan viskositas saat pasta didinginkan, disebabkan oleh peningkatan pembentukan ikatan hidrogen intermolekular yang mengarah pada pembentukan gel (Adejumo dkk., 2011). Sedangkan sampel dengan porsi tepung singkong yang lebih banyak menunjukkan viskositas dingin yang lebih rendah dibanding viskositas puncak. Setelah mencapai viskositas puncak, diikuti dengan terjadinya syneresis yaitu merembesnya air dari dalam pasta (Adejumo dkk., 2011). Tepung singkong menunjukkan kecenderungan mengalami syneresis yang lebih besar dibanding tepung terigu. Informasi ini menjadi salah satu titik lemah dari tepung singkong dibanding tepung terigu dalam pengembangan produk dengan perlakuan suhu tinggi.

Daya Serap Air

Hasil pengujian daya serap air menunjukkan bahwa tepung singkong memberikan daya serap air yang lebih tinggi dibanding tepung terigu (Gambar 1). Campuran tepung dengan porsi tepung singkong yang lebih banyak, menunjukkan daya serap air yang lebih tinggi dibanding campuran dengan porsi tepung terigu yang lebih banyak. Hal ini memberikan kecenderungan bahwa makin tinggi porsi tepung singkong, semakin tinggi daya serap air dari campuran tepung.



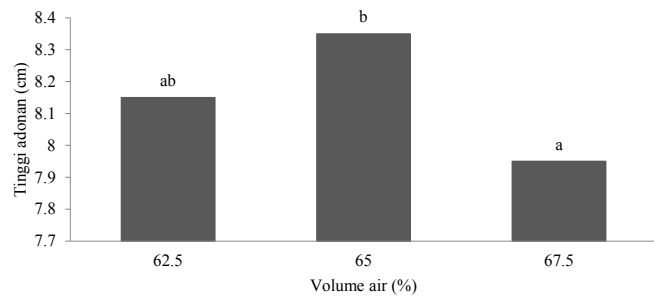
Gambar 1. Daya serap air campuran tepung terigu dan tepung singkong pada berbagai variasi rasio

Gambar 1 menunjukkan bahwa peningkatan daya serap air campuran tepung yang seiring dengan peningkatan porsi tepung singkong memberikan kecenderungan yang linear,

dengan nilai $R^2 = 0,972$. Nilai *R square* ini menunjukkan bahwa 97,2% dari total daya serap air dipengaruhi oleh rasio campuran tepung terigu dan tepung singkong.

Volume Air

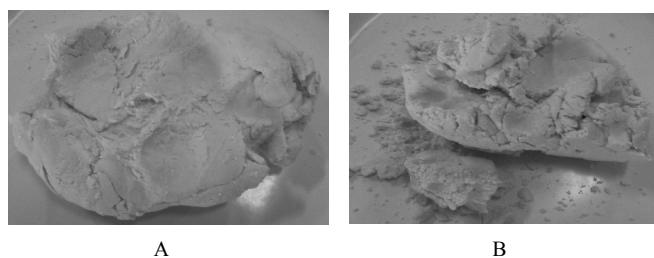
Kecepatan fermentasi adonan melalui pembentukan gas, yang diekspresikan dalam tinggi adonan merupakan faktor yang sangat penting dalam pembuatan roti (Codina dkk., 2013). Secara statistik, pengukuran terhadap adonan menunjukkan bahwa ada pengaruh volume air terhadap tinggi adonan yang difermentasi. Amjid dkk. (2013) menyatakan bahwa air merupakan faktor kritis dalam pembuatan adonan, yang menentukan pengembangan adonan. Upadhyay dkk. (2012) melaporkan bahwa jumlah air berpengaruh terhadap diameter rongga dalam adonan yang terbentuk selama fermentasi.



Gambar 2. Adonan terfermentasi dari tepung terigu dengan volume air yang berbeda

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan air sebanyak 65% dalam pembuatan adonan tepung terigu menunjukkan adonan tertinggi setelah difermentasi, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata dengan 62,5%. Adapun volume air 67,5% memberikan tinggi adonan yang paling kecil (Gambar 2). Berdasarkan data tersebut, dipilih volume air 65% sebagai dasar pembuatan adonan dari campuran tepung terigu dan tepung singkong.

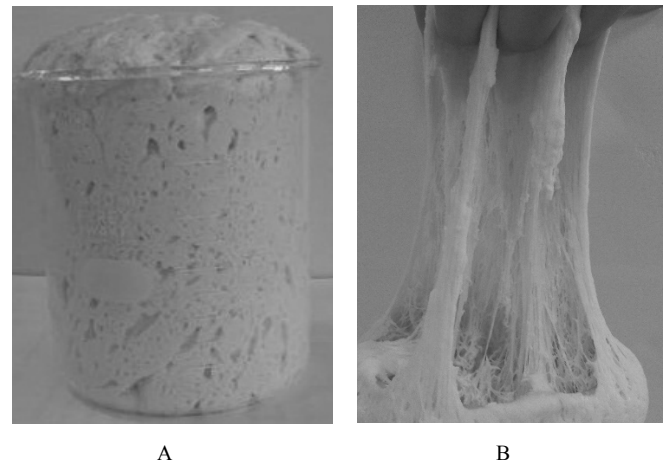
Pembuatan adonan dengan volume air sama (65%) untuk perlakuan variasi campuran tepung terigu dan tepung singkong, menunjukkan bahwa makin besar porsi penambahan tepung singkong, semakin rendah kualitas adonan. Pada Gambar 3, tampak bahwa pada porsi tepung



Gambar 3. Adonan campuran tepung terigu:tepung singkong A (50:50) dan B (40:60)

singkong yang lebih banyak, tidak terbentuk adonan yang baik, karena tepung tidak terhidrasi dengan baik.

Teknik kedua dalam penentuan jumlah air didasarkan pada daya serap air dari campuran tepung. Makin tinggi daya serap air campuran tepung, semakin banyak volume air yang diperlukan untuk membentuk adonan yang baik. Persamaan regresi linear dari daya serap air sampel campuran tepung dapat digunakan untuk menentukan volume air dalam pembuatan adonan sesuai dengan porsi campuran tepung.

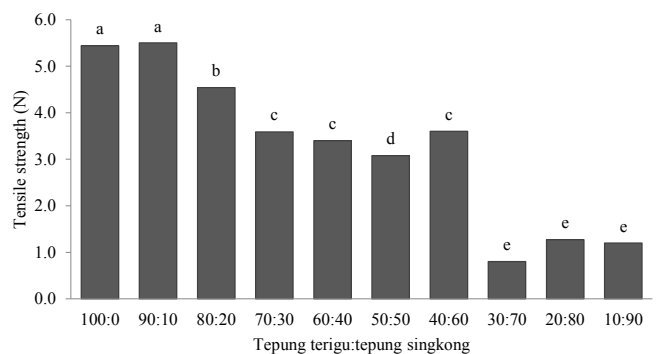


Gambar 4. Adonan terfermentasi dari campuran tepung terigu:tepung singkong A (0:100) dan B (20:80)

Gambar 4 menunjukkan bahwa pembuatan adonan yang menggunakan air dengan jumlah yang ditentukan secara proporsional terhadap daya serap air menghasilkan adonan yang terhidrasi dan mengembang dengan baik setelah difermentasi. Nassar dkk. (2012) melaporkan bahwa perbedaan jumlah air yang digunakan, berpengaruh terhadap sifat viskoelastisitas adonan tepung terigu.

Elongasi Adonan

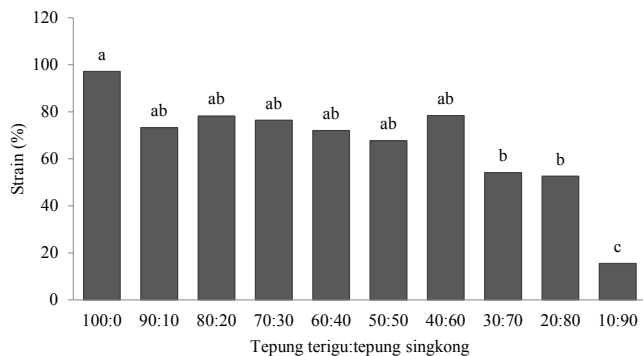
Indikator pengukuran elongasi didasarkan pada *tensile strength* dan *strain*. *Tensile strength* merupakan besarnya gaya tarik maksimum yang dibutuhkan untuk mendeformasi



Gambar 5. *Tensile strength* adonan dari campuran tepung terigu dan tepung singkong pada berbagai rasio

bahan (adonan). *Tensile strength* memberikan gambaran tentang kekuatan dari suatu adonan untuk menahan pecahnya atau rusaknya pori-pori dari adonan saat mengembang.

Secara statistik hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi campuran tepung terigu dan tepung singkong terhadap *tensile strength* adonan ($p = 0,000$). *Tensile strength* terbesar ditunjukkan oleh adonan dari campuran tepung terigu dan tepung singkong 100:0 dan 90:10. Makin besar level penambahan tepung singkong, semakin kecil *tensile strength* dari adonan. Tingginya *tensile strength* dari adonan dengan level tepung terigu yang tinggi, terkait dengan adanya protein gluten yang terdapat pada tepung terigu. Matriks protein terbentuk melalui ikatan-ikatan silang non-kovalen dan ikatan disulfida. Matriks yang terbentuk memberikan tahanan terhadap gaya tarik (Mirsaeedghazi dkk., 2008).



Gambar 6. *Strain* adonan dari campuran tepung terigu dan tepung singkong pada berbagai rasio

Strain menunjukkan besarnya deformasi akibat gaya tarik yang diberikan pada adonan. Makin besar *strain* dari suatu adonan, semakin mudah adonan tersebut untuk mengembang. Volume roti berhubungan langsung dengan *strain* adonan (Dobraszczyk, 2003). *Strain* tertinggi ditunjukkan oleh adonan 100:0, meskipun secara statistik, tidak ada perbedaan yang nyata dengan *strain* adonan 90:10 sampai 40:60. Adonan dari campuran tepung terigu dan tepung singkong 30:70 hingga 10:90 menunjukkan *strain* yang semakin kecil (Gambar 6). Hal ini disebabkan oleh kadar protein tepung terigu yang lebih tinggi dibanding tepung singkong, yaitu masing-masing 8-13% dan 1,2% (Abidin dkk., 2013), sehingga makin tinggi porsi tepung terigu dalam adonan campuran tepung terigu dan tepung singkong, semakin tinggi kadar proteinnya. Uthayakumaran dkk. (2000) melaporkan bahwa *strain* dipengaruhi oleh kadar protein. Makin tinggi kadar protein penyusun adonan, semakin tinggi nilai *strain*. Humphris dkk. (2000) menyatakan bahwa struktur bercabang penyebab besarnya deformasi adonan, dibentuk oleh polimer gluten.

KESIMPULAN

Tepung terigu memberikan stabilitas panas yang lebih tinggi dibanding tepung singkong. Pada campuran tepung terigu dan tepung singkong, makin tinggi porsi tepung singkong, semakin rendah stabilitas panasnya. Daya serap air tepung singkong lebih besar dibanding daya serap air tepung terigu. Makin besar porsi tepung singkong yang dicampur dengan tepung terigu, semakin besar daya serap airnya, yang membentuk garis linear, dengan nilai $R^2 = 0,972$ dan persamaan regresi linear $y = 8,082x + 157,8$. Dengan menggunakan teknik proporsional terhadap daya serap air dalam penentuan volume air pada pembuatan adonan, *tensile strength* tertinggi ditunjukkan oleh adonan dari tepung terigu:tepung singkong 100:0 dan 90:10. Sedangkan *strain* tertinggi diberikan oleh adonan dari tepung terigu:tepung singkong 100:0.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada LPPM Universitas Muhammadiyah Surakarta yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Reguler Kompetitif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A.Z., Devi, C. dan Adeline. (2013). Development of wet noodles based on cassava flour. *Journal of Engineering and Technological Sciences* **45**(1): 97-111.
- Adebowale, A.A., Adegoke, M.T., Sanni, S.A., Adegunwa, M.O. dan Fetuga, G.O. (2012). Functional properties and biscuit making potentials of sorghum-wheat flour composite. *American Journal of Food Technology* **7**: 372-379.
- Adejumo, A.L., Aderibigbe, A.F. dan Layokun, S.K. (2011). Cassava starch: production, physicochemical properties, and hydrolysis - a review. *Advances in Food and Energy Security* **2**: 8-17.
- Adeleke, R.O. dan Odedeji, J.O. (2010). Functional properties of wheat and sweet potato flour blends. *Pakistan Journal of Nutrition* **9**(3): 166-180.
- Alaoye, O. A. dan Onilude, A. A. (2008). Microbiological, proximate analysis and sensory evaluation of baked products from blends of wheat-breadfruit flours. *African Journal of Food Agriculture Nutrition and Development* **8**(2): 192-203.
- Amjid, M.R., Shehzad, A., Hussain, S., Shabbir, M.A., Khan, M.R. dan Shoaib, M. (2013). A comprehensive review on wheat flour dough rheology. *Pakistan Journal of Food Sciences* **23**(2): 105-123.

- APTINDO. (2013). *Overview Industry Tepung Terigu Nasional Indonesia*. Asosiasi Produsen tepung Terigu Indonesia, Jakarta, Indonesia.
- Belitz, H.D., Kieffer, R., Seilmeier, W. dan Wieser, H. (1986). Structure and function of gluten proteins. *Cereal Chemistry* **63**(4): 336-341.
- Codina, G.G., Mironeasa, S., Voica, D.V. dan Mironeasa, C. (2013). Multivariate analysis of wheat flour dough sugars, gas production, and dough development at different fermentation times. *Czech Journal of Food Sciences* **31**(3): 222-229.
- Dobraszczyk, B.J. (2003). The physics of baking: rheological and polymer molecular structure-function relationships in breadmaking. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* **12**(53): 24-31.
- Eduardo, M., Svanberg, U. dan Oliveira, J. (2013). Effect of cassava flour characteristics on properties of cassava-wheat-maize composite bread types. *International Journal of Food Science* **2013**: 1-10.
- Eriksson, E., Koch, K., Tortoe, C., Akonor, P.T. dan Oduro-Yeboah, C. (2014). Evaluation of the physical and sensory characteristics of bread produced from three varieties of cassava and wheat composite flours. *Food and Public Health* **4**(5): 214-222.
- Humphris, A.D.L., McMaster, T.J., Miles M.J., Gilbert, S.M., Shewry, P.M. dan Tatham, A.S. (2000). Atomic force microscopy (AFM) study of interactions of HMW subunits of wheat glutenin. *Cereal Chemistry* **77**(2): 107-110.
- Ju, J. dan Mittal, G.S. (1995). Physical properties of various starch-based fat substitutes. *Journal of Food Processing and Preservation* **19**: 361-383.
- Julianti, E., Lubis, Z., Ridwansyah, Yusraini, E. dan Suhaidi, I. (2011). Physicochemical and functional properties of fermented starch from four cassava varieties. *Asian Journal of Agricultural Research* **5**(6): 292-299.
- Mirsaeedghazi, H., Emam-Djomeh, Z. dan Mousavi, S.M.A. (2008). Rheometric measurement of dough rheological characteristics and factors affecting it. *International Journal of Agriculture and Biology* **10**: 112-119.
- Nassar, G., Nongaillard, B. dan Cheio, J. (2012). In-line dynamic acoustic behavior of a viscoelastic complex media: dough application. *The Open Acoustic Journal* **5**: 39-45.
- Nwosu, Justina N.O.C.I., Omeire, G.C. dan Eke, C.C. (2014). Quality parameters of bread produced from substitution of wheat flour with cassava flour using soybean as an improver. *American Journal of Research Communication* **2**(3): 99-118.
- Oluwamukomi, M.O., Oluwalana, I.B. dan Akinbowale, O.F. (2011). Physicochemical and sensory properties of wheat-cassava composite biscuit enriched with soy flour. *African Journal of Food Science* **5**(2): 50-56.
- Pasqualone, A., Caponio, F., Carmine, S., Paradiso, V.M., Bottega, G. dan Pagani, M.A. (2010). Gluten-free bread making trials from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) flour and sensory evaluation of the final product. *International Journal of Food Properties* **13**: 562-573.
- Shewry, P.R., Popineau, Y., Lafiandra, D. dan Belton, P. (2001). Wheat glutenin subunits and dough elasticity: findings of the eurowheat project. *Trends in Food Science and Technology* **11**: 433-441.
- Tester, R. dan Morrison, W.R. (1990). Swelling and gelatinization of cereal starches. I. effects of amylopectin, amylose and lipids. *Cereal Chemistry* **67**: 551-557.
- Upadhyay, R., Ghosal, D. dan Mehra, A. (2012). Characterization of bread dough: rheological properties and microstructure. *Journal of Food Engineering* **109**: 104-113.
- Uthayakumaran, S., Newberry, M., Keentok, M., Stoddard, F.L. dan Bekes, F. (2000). Basic rheology of bread dough with modified protein and glutenin-to-gliadin ratios. *Cereal Chemistry* **77**(6): 744-749.
- Valdez-Niebla, J.A., Paredes-Lopez, O., Vargas-Lopez, J.M. dan Hernandez-Lopez, D. (1993). Moisture sorption isotherms and other physicochemical properties of nixtamalized amaranth flour. *Food Chemistry* **46**: 19-23.
- Zhang, P., Whistler, R.L., BeMiller, J.N. dan Bruce, R.H. (2005). Banana starch: production, physicochemical properties, and digestibility - a review. *Carbohydrate Polymers* **9**: 443-458.
- Zhang, Y., Gu, Z., Hong, Y., Li, Z. dan Cheng, L. (2011). Pasting and rheologic properties of potato starch and maize starch mixtures. *Starch/Stärke* **63**: 11-16.