

Pemencilan Yis daripada Buah-buahan Tempatan dan Rebung (*Bambusa vulgaris*) dan Potensinya sebagai Agen Penaik Roti Putih

(Potential of Yeasts Isolated from Local Fruits and Bamboo Shoot (*Bambusa vulgaris*) as Leavening Agent in White Bread)

A.G. MA'ARUF*, F.Y. CHUNG & Z. NOROUL ASYIKEEN

ABSTRAK

Kajian ini dijalankan untuk menentukan keupayaan yis (*Saccharomyces cerevisiae*) yang telah dipencil daripada buah-buahan tempatan iaitu duku langsung (*Lansium domesticum*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), mangga Chokanan (*Mangifera indica* cv. Chokanan) dan rebung buluh minyak (*Bambusa vulgaris*) sebagai agen penaik roti berbanding roti kawalan penambahan yis komersial. Isi padu tertentu roti kawalan menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$) dengan semua roti kajian. Roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh menunjukkan isi padu tertentu yang paling tinggi, diikuti oleh roti yang difermentasi oleh yis mangga dan yis duku langsung dan ketiga-tiga yis tersebut juga mempunyai isi padu tertentu yang lebih tinggi secara bererti ($p < 0.05$) dengan roti kawalan. Roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh dan yis mangga mempunyai tekstur yang lebih lembut berbanding roti kawalan. Peningkatan dalam isi padu tertentu roti boleh meningkatkan kelembutan tekstur roti. Peratus kandungan kelembapan kulit dan isi roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh adalah paling tinggi manakala roti yang difermentasi oleh yis rambutan menunjukkan peratus kandungan kelembapan yang paling rendah. Peningkatan peratus kandungan kelembapan juga boleh meningkatkan kelembutan tekstur roti dan sebaliknya. Daripada segi warna kulit, hanya kecerahan warna kulit (L^*) roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh tidak menunjukkan perbezaan bererti ($p > 0.05$) dengan warna kulit roti kawalan. Kecerahan warna isi (L^*) roti kawalan pula menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$) dengan semua isi roti kajian. Selain itu, didapati semakin kecil dan padat liang udara, semakin putih warna isi roti. Keseragaman taburan liang udara juga menghasilkan isi roti yang lebih putih. Secara keseluruhan, kesemua yis yang dipencil berpotensi untuk dijadikan sebagai agen penaik. Yis rebung buluh dan yis mangga dapat menghasilkan kualiti roti putih yang lebih baik daripada yis komersial.

Kata kunci: Duku langsung; mangga; rambutan; rebung; roti; yis

ABSTRACT

The study was carried out to determine the leavening ability of the yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) isolated from local fruits which were duku langsung (*Lansium domesticum*), rambutan (*Nephelium lappaceum*), mango chokanan (*Mangifera indica* cv. Chokanan) and bamboo shoot (*Bambusa vulgaris*) in breads, compared to commercial yeast. Specific volume of control bread showed significant difference ($p < 0.05$) with all the bread tested. Bread that was fermented by bamboo shoot's yeast showed the highest specific volume, followed by bread that was fermented by mango's yeast and duku langsung's yeast, and that all three yeasts have specific volume that were significantly higher ($p < 0.05$) than the control bread. Breads that were fermented by bamboo shoot's yeast and mango's yeast have texture that was softer compared with the control bread. Increase in the specific volume can improve the bread texture softness. Moisture content of crust and crumb that were fermented by bamboo shoot's yeast were the highest while bread that was fermented by rambutan's yeast has the lowest moisture content. Increase in percentage of moisture content could also enhance the bread softness. For crust color, only brightness (L^*) of crust bread that was fermented by bamboo shoot's yeast did not showed significant difference ($p > 0.05$) with crust color of control bread. Meanwhile, brightness (L^*) of crumb of control bread showed significant difference ($p < 0.05$) with all of the studied bread crumb. Apart from that, it was also found that the smaller and more compact the pore size, the whiter the bread crumb color will be. Uniform distribution of pore also produced whither bread crumb. Overall, all isolated yeasts can be potentially used as leavening agents. Bamboo shoot's yeast and mango's yeast can produce better bread qualities compared with commercial yeast.

Keywords: Bamboo shoot; duku langsung; mango; rambutan; yeast

PENGENALAN

Produk bijirin telah digunakan secara meluas di seluruh dunia, contohnya roti dan ia sangat dikenali kerana kualiti pemakanan, ciri sensori dan teksturnya (Patel et al. 2005).

Teknologi pembuatan roti merupakan salah satu teknologi yang paling lama dan telah berevolusi dengan bahan baru, alat dan prosesnya diperkembangkan (Selomulvo & Zhou 2007). Kesan daripada pelbagai ramuan ke atas sensori

dan kualiti pemakanan roti telah banyak dikaji (Barcenas & Rosell 2005; Plessas et al. 2005).

Pelbagai jenis roti dinaikkan oleh yis (*S. cerevisiae*). Menurut Loo (2009), perkataan 'yeast' dalam bahasa Inggeris dan perkataan 'gist' dalam bahasa Belanda memberi maksud mendidih, iaitu suatu fenomena pembuihan yang kerap berlaku semasa proses fermentasi disebabkan oleh pembebasan gas karbon dioksida. Perkataan 'levure' (yis) dalam bahasa Perancis serta 'Hefe' dalam bahasa Jerman pula memberi maksud 'menaik'. Pada masa dahulu, proses fermentasi ke atas doh roti dan jus anggur dilakukan dengan memasukkan kultur pemula daripada hasil fermentasi yang sebelumnya. Namun begitu, untuk mengurangkan pencemaran silang dan penghasilan produk bakeri yang lebih, kebanyakan proses fermentasi bagi penghasilan produk-produk tertentu seperti roti, wain dan alkohol telah dilakukan dengan menggunakan kultur yis tulen.

Yis yang digunakan untuk menaikkan roti dikenali sebagai yis bakeri iaitu *Saccharomyces cerevisiae*, spesies yang sama digunakan bagi pembuatan minuman beralkohol. Peranan yis dalam pembuatan roti ialah penaik doh untuk menghasilkan ciri-ciri roti yang digemari oleh pengguna dan menjimatkan masa (Hirasawa & Yokoigawa 2001). Penaikkan doh berlaku disebabkan oleh penghasilan gas karbon dioksida yang berperanan penting dalam pengembangan dan penaikkan doh, akhirnya mempengaruhi tekstur, ketumpatan dan isi padu roti (Tamang & Fleet 2009). Keupayaan menaikkan doh yis bergantung kepada aktiviti dan kebolehhidupannya (Al-Eid et al. 2010).

Buah-buahan, sayur-sayuran, minuman dan produk pertanian yang lain adalah mikro habitat yang sangat penting bagi spesies yis. Menurut Stringini et al. (2008), kajian telah dijalankan bagi mendapatkan lebih banyak pengetahuan mengenai biodiversiti yis di persekitaran tropikal, termasuklah hutan hujan Brazil, buah-buahan tropika, bunga, daun, jus oren segar dari Florida, kulit tebu Nigeria, nira dari Ghana dan biji koko dari Indonesia.

Menurut Al-Eid et al. (2010) dan Trindade et al. (2002), kandungan gula dalam buah-buahan dijadikan sebagai substrat fermentasi bagi mikroorganisma atau media untuk menghasilkan minuman beralkohol atau produk fermentasi. Keputusan kajian Stringini et al. (2008) menunjukkan bahawa pemencilan yis daripada beberapa jenis buah-buahan seperti betik, pisang dan tebu memberi nilai yang tinggi sebanyak 3.0×10^4 - 1.3×10^7 sel g^{-1} .

Sejak beberapa tahun kebelakangan ini, kajian dengan menggunakan yis dipencilkan daripada pelbagai sumber fermentasi seperti nira Nigerian, nenas, ubi kayu dan oren untuk menaikkan doh telah dijalankan (Boboye et al. 2008; Olorunfemi & Adetuyi 2005; Somiari & Udoh 1993). Namun begitu, Boboye dan Dayo-Owoyemi (2009) menyatakan bahawa pengenalan dan perkembangan dengan pemencilan yis yang lebih baik berbanding yis komersial yang sedia ada sebagai agen penaik dalam produk bakeri masih kurang diberi perhatian.

Oleh itu matlamat penyelidikan ini adalah untuk mengkaji keupayaan yis (*S. cerevisiae*) yang dipencil daripada buah-buahan tempatan (duku langsung, rambutan dan mangga Chokanan) dan rebung buluh minyak sebagai agen penaik roti putih dan menentukan kesannya ke atas ciri fizikokimia roti putih.

BAHAN DAN KAEDAH

STRAIN DAN MEDIA PENGKULTURAN YIS

Empat strain yis yang berbeza yang dipencilkan daripada duku langsung, rambutan, mangga Chokanan dan rebung telah digunakan (Maaruf et al. 2011). Strain ini disimpan dalam YPD agar yang mengandungi 20% gliserol dan disimpan pada suhu 4°C sehingga digunakan. Media pengkulturan yis menggunakan YPD media (10 g L^{-1} Bacto ekstrak yis, 10 g L^{-1} Bacto peptone dan 20 g L^{-1} glukosa) diperolehi dari Oxoid, Basingstoke, UK.

PENYEDIAAN SAMPEL ROTI

Sampel roti kawalan (yis komersial) dan roti kajian disediakan mengikut formulasi yang ditunjukkan dalam Jadual 1. Doh disediakan menggunakan kaedah doh ringkas. Sebanyak 4% yis palet yang mengandungi sel kultur pemula sebanyak 10^7 cfu/mL dicampur dengan bahan-bahan kering yang lain secara manual selama 2 min, diikuti dengan pengulian menggunakan pengadun roti selama 5 min. Selepas pencampuran dan pengulian, doh dibahagikan kepada $25 \pm 0.01 \text{ g}$ dan diletakkan dalam mesin penderam pada suhu $37 \pm 2^\circ\text{C}$ dan 85% kelembapan relatif selama 120 min (Boboye & Dayo-Owoyemi 2009) dengan sedikit pengubahsuaian. Proses pembakaran dilakukan selama 10 min pada suhu $175 \pm 2^\circ\text{C}$ dengan menggunakan ketuhar konvensional. Reka bentuk uji kaji menggunakan 5 strain yis dengan satu formulasi sahaja.

JADUAL 1. Formulasi roti

Bahan	% asas berat tepung
Tepung gandum protein tinggi	100
Air	60
Gula	5
Garam	2
Yis ($\times 10^7$ cfu/mL)	4

ANALISIS CIRI FIZIKOKIMIA

Penentuan Isi Padu Tertentu Roti. Isi padu sampel roti ditentukan dengan menggunakan Kaedah Penggantian Biji Sawi dengan modifikasi (Sahin & Sumnu 2006). Roti yang telah dibiarkan sejuk selama 30 min pada suhu bilik dalam balang pengeringan, dimasukkan ke dalam bekas diikuti dengan biji sawi sehingga penuh dan permukaan diratakan dengan pembaris dan nilainya dicatatkan sebagai (A). Selepas itu, sampel roti dikeluarkan daripada bekas dan biji sawi ditambahkan ke dalam bekas sehingga penuh dan diratakan dengan pembaris (B). Biji sawi yang digunakan dalam A dan B disukat dengan silinder penyukat dan bacaan dicatat. Bacaan diambil sebanyak dua kali. Isi padu akhir sampel roti ditentukan dengan formula berikut: $\text{Isi padu roti (mL)} = B - A$ dengan A ialah isi padu biji sawi dengan roti dalam unit mL dan B ialah isi padu biji sawi tanpa roti dalam unit mL. Kemudian, isi padu tertentu roti ditentukan mengikut Dimitrellou et al. (2009) dengan menggunakan formula berikut: $\text{Isi padu tertentu roti (mL/g)} = \text{Isi padu roti} / \text{berat roti}$.

Penentuan Warna Kulit dan Isi Roti. Warna bagi setiap sampel kulit dan isi roti diukur dengan menggunakan alat Minolta Colorimeter secara duplikasi. Warna kulit diukur pada permukaan kulit roti dan warna isi roti diukur pada bahagian tengah isi selepas roti dipotong kepada dua. Nilai kecerahan (L^*), kemerahan (a^*) dan kekuningan (b^*) dicatatkan.

Penentuan Bilangan dan Saiz Liang Udara. Imej sampel roti diambil dengan kamera digital (Sony Cybershot DSC T200). Imej pandangan sisi diambil, 80 mm dari permukaan isi roti dan 150 mm dari pandangan atas permukaan kulit roti (Wongkhalaung & Boonyaratanakornkit 2007).

Penentuan Tekstur Roti. Kekerasan (firmness) roti ditentukan dengan menggunakan alat *Shimadzu Twin-Column Texture Analyzer*. Sampel roti setebal 25 mm dimampatkan secara menegak ke atas permukaan sampel roti sehingga 40% ketinggian asalnya dengan menggunakan alat pengukur berbentuk silinder yang berdiameter 13 mm pada kelajuan *crosshead* 100 mm min^{-1} (Poinot et al. 2008). Nilai daya (N) ditentukan pada 40% mampatan menunjukkan rintangan isi roti terhadap penembusan alat *probe* dan mewakili ketegasan isi roti.

Penentuan Peratus Kandungan Kelembapan. Kandungan kelembapan kulit dan isi roti ditentukan berdasarkan perbezaan berat sebelum dan selepas pengeringan (Dimitrellou et al. 2009). Sampel dikeringkan selama 16 jam tanpa ditutup pada suhu $105 \pm 1^\circ\text{C}$ di dalam oven pengeringan. Bacaan diambil sebanyak dua kali bagi setiap sampel. Peratus lembapan roti dikira dengan menggunakan formula berikut:

$$\text{Peratus air dalam roti (\%)} = (B - A) / 5 \text{ g} \times 100$$

ANALISIS STATISTIK

Data dianalisis dengan menggunakan perisian SAS versi 6.12 bagi ujian *Analysis of Variance* (ANOVA) dan Ujian Perbezaan *Duncan Multiple Range* untuk menentukan kewujudan perbezaan yang signifikan antara sampel pada $p < 0.05$.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

ISI PADU TERTENTU ROTI

Rajah 1 menunjukkan nilai min isi padu tertentu roti yang difermentasi oleh yis kawalan dan yis-yis yang dipencil daripada rebung buluh, mangga, rambutan dan duku langsung. Nilai min isi padu tertentu roti kawalan adalah 2.34 ± 0.03 mL/g. Semua roti kajian mempunyai isi padu tertentu yang lebih tinggi daripada roti kawalan kecuali roti yang difermentasi oleh yis rambutan.

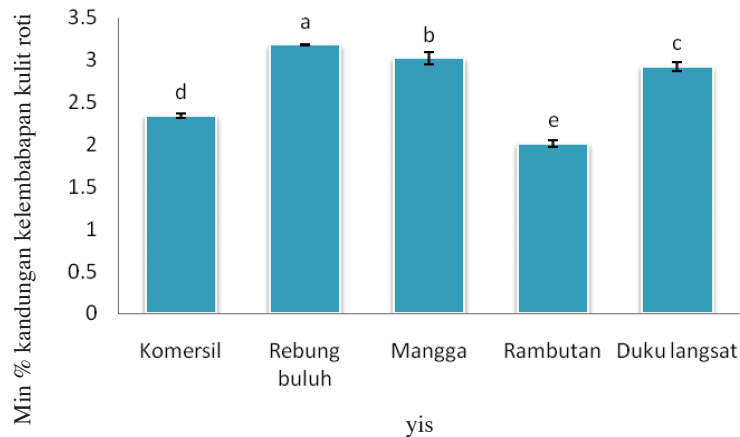
Isi padu tertentu roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh adalah tertinggi iaitu 3.18 ± 0.01 mL/g, diikuti oleh yis mangga, yis duku langsung dan yis kawalan. Manakala roti difermentasi oleh yis rambutan mempunyai isi padu tertentu terendah sebanyak 2.01 ± 0.04 mL/g. Secara keseluruhannya, isi padu tertentu roti kawalan mempunyai perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) dengan semua sampel yang difermentasi oleh yis-yis yang dipencil daripada rebung buluh, mangga, rambutan dan duku langsung.

Keputusan kajian tersebut mungkin disebabkan oleh keupayaan strain yis rebung buluh untuk menghasilkan gas karbon dioksida lebih tinggi berbanding strain yis rambutan menyebabkan kadar pengembangan doh roti bagi strain yis rebung adalah tinggi. Merujuk kepada kajian Chevallier et al. (2010), pengembangan doh adalah disebabkan penghasilan karbon dioksida oleh yis dan migrasinya menuju ke nuklei udara yang terbenam di dalam doh semasa pencampuran. Isi padu gas yang lebih tinggi adalah penting untuk meningkatkan isi padu roti. Adalah penting untuk membezakan antara penghasilan gas dan penahanan gas dalam doh yang difermentasi (Cauvain 2001). Faktor pertama dikawal oleh prestasi yis dan yang kedua bergantung kepada ciri-ciri gelembung.

Kajian awal ke atas masa fermentasi turut menunjukkan bahawa masa fermentasi yang lebih lama diperlukan untuk mendapatkan jumlah penghasilan gas karbon dioksida yang memuaskan di dalam doh, secara tidak langsung memberikan isi padu roti yang lebih baik. Keputusan ini adalah sama dengan yang dilaporkan oleh Salovaara dan Valjakka (1987).

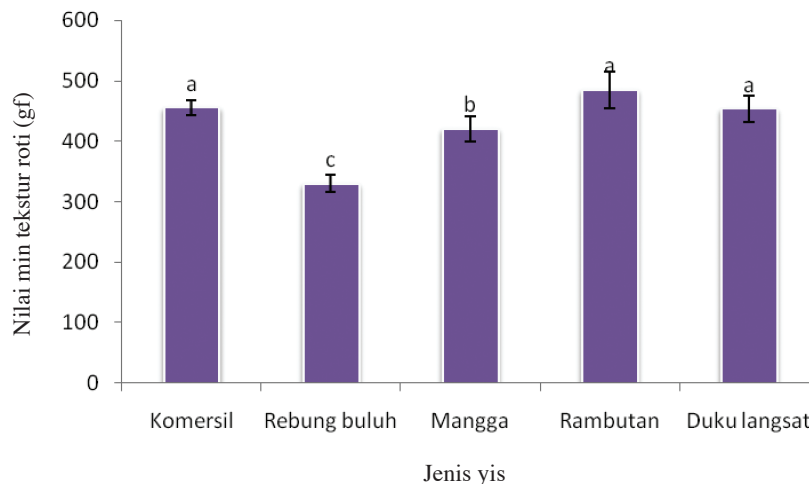
TEKSTUR ROTI

Analisis tekstur roti yang difermentasi oleh yis yang berbeza ditunjukkan pada Rajah 2 bagi ujian mampatan roti. Unit gram daya (gf) yang semakin tinggi menunjukkan daya mampatan yang semakin tinggi diperlukan untuk memampatkan roti dan sebaliknya. Daya mampatan yang tertinggi adalah sebanyak 484.70 gf, iaitu daya mampatan



a-e* Abjad yang berbeza menunjukkan terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$)

RAJAH 1. Nilai min isi padu tertentu roti (mL/g) yang difermentasi oleh yis kawalan dan yis-yis yang dipencil ($n=2$)



a-c* Abjad yang berbeza menunjukkan terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$)

RAJAH 2. Nilai min tekstur roti (gf) yang difermentasi oleh yis kawalan dan yis-yis yang dipencil ($n=2$)

yang dikenakan ke atas roti yang difermentasi oleh yis rambutan. Ini diikuti oleh roti yang difermentasi oleh yis kawalan dan yis duku langsung. Ketiga-tiga jenis yis tersebut juga tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($p > 0.05$) bagi tekstur roti. Roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh pula mempunyai nilai daya mampatan yang paling rendah diikuti oleh roti yang difermentasi oleh yis mangga. Kedua-dua tekstur roti ini mempunyai perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) dengan tekstur roti kawalan dan juga antara satu sama lain. Kedua-dua roti tersebut lebih lembut daripada roti kawalan.

Keputusan ini menunjukkan bahawa yis rebung buluh (329.82 gf) dan yis mangga (420.50 gf) mempunyai keupayaan untuk menghasilkan tekstur yang lebih lembut berbanding yis kawalan (yis komersial). Udara adalah merupakan komponen yang signifikan dalam doh dan ia

wujud akibat terperangkap semasa pencampuran (Cauvain et al. 1999).

Keputusan ini juga dapat dilihat bagi roti yang difermentasi oleh yis rambutan, iaitu isi padu tertentu yang terendah memberi tekstur yang paling keras. Kemampatan isi roti bergantung kepada integriti jaringan gluten, darjah rangkaian silang, jumlah gas yang terlibat serta komponen-komponen struktur roti yang lain (Yi & Kerr 2009).

Secara keseluruhannya, yis rebung buluh mempunyai keupayaan yang paling tinggi untuk menghasilkan tekstur roti yang paling lembut berbanding yis kawalan, diikuti oleh yis mangga. Manakala yis rambutan dan yis duku langsung mempunyai keupayaan yang sama dengan yis kawalan untuk menghasilkan tekstur roti yang sama. Peningkatan kemampatan juga boleh dikaitkan dengan

pengurangan dalam isi padu roti yang disebabkan oleh kehilangan kekuatan gluten dan aktiviti yis (Berglund et al. 1991).

WARNA KULIT ROTI

Warna adalah atribut sensori yang penting dalam roti bagi pengguna. Salah satu kriteria yang digunakan oleh pengguna semasa memilih roti adalah warna roti iaitu kegelapan atau kecerahan. Sebagai contoh, pengguna menjangka roti gandum hitam akan mempunyai warna yang gelap (ia selalu mempunyai nilai L^* yang rendah) dan akan menolak roti gandum hitam (rye bread) yang cerah warnanya (nilai L^* tinggi) (Hathorn et al. 2008). Jadual 2 menunjukkan warna (L^* , a^* , b^*) kulit roti yang difermentasi oleh yis yang berbeza.

Nilai L^* kulit roti yang difermentasi oleh yis mangga adalah paling rendah, iaitu 61.30 ± 0.73 . Oleh itu, kulit roti yang difermentasi oleh yis mangga adalah paling gelap. Ini diikuti oleh roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh, dengan nilai L^* adalah 62.36 ± 0.36 dan roti kawalan 62.75 ± 0.17 . Terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) antara warna kulit roti yang difermentasi oleh yis mangga dan roti kawalan. Secara keseluruhannya, kecerahan warna kulit roti kawalan mempunyai perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) dengan semua sampel kecuali roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh.

Kecerahan atau kegelapan kulit merupakan hasil daripada tindak balas Maillard antara gula penurun dan protein. Yis mengandungi enzim invertase dan enzim ini akan menukarkan disakarida seperti sukrosa dan maltosa kepada glukosa, galaktosa dan fruktosa yang boleh difermentasi. Kecerahan yang tinggi terbentuk dalam warna kulit roti yang difermentasi oleh yis rambutan mungkin disebabkan oleh kekurangan kebolehdapatan gula penurun. Sebaliknya, warna gelap yang terbentuk pada kulit roti yang difermentasi oleh yis mangga disebabkan oleh kehadiran gula penurun yang banyak dan terlibat dalam tindak balas Maillard.

Bagi keputusan nilai a^* dan b^* kulit roti yang difermentasi oleh yis yang berlainan, menunjukkan semua kulit roti yang dihasilkan adalah berwarna merah

dengan darjah yang berlainan. Nilai a^* kulit roti kawalan adalah 6.36 ± 0.62 . Semua roti yang dihasilkan mempunyai nilai a^* kulit yang lebih tinggi daripada roti kawalan. Ini bermaksud darjah kemerahan kulit roti kawalan adalah yang paling rendah. Secara keseluruhannya, nilai a^* warna kulit roti kawalan mempunyai perbezaan yang bererti ($p < 0.05$) dengan semua sampel.

Warna kulit yang diterima seharusnya mempunyai warna kuning-keemasan dan tidak pucat daripada warna tersebut. Menurut Cauvain and Young (2000), jika ini berlaku, ia disebabkan oleh kekurangan tindak balas Maillard, bersama dengan pengkaramelan yang tidak lengkap dan kedua-dua faktor ini akan mempengaruhi aroma dan rasa roti yang nyata. Didapati bahawa roti yang mempunyai nilai warna kulit roti L^* yang tinggi, juga memberi nilai warna kulit roti b^* yang tinggi, seperti yang ditunjukkan oleh roti yang dihasilkan oleh yis rambutan dan yis duku langsung. Menurut Tong et al. (2010), ini mungkin disebabkan oleh kandungan gula yang hadir dalam doh semasa fermentasi. Lanjutan daripadanya, gula yang hadir ini akan bertindak balas (dalam tindak balas Maillard) di dalam kulit roti dan seterusnya memberi kesan ke atas warna kulit.

Kesimpulannya, yis yang dipencil daripada rebung buluh, yis mangga, yis rambutan dan yis duku langsung dapat menghasilkan darjah kemerahan dan kekuningan warna kulit roti yang lebih tinggi berbanding yis kawalan, dengan yis rebung buluh dan yis mangga dapat menghasilkan warna kulit roti yang paling merah, manakala yis rambutan menghasilkan warna kulit roti yang paling kuning.

WARNA ISI ROTI

Jadual 3 menunjukkan warna (L^* , a^* , b^*) isi roti yang difermentasi oleh yis yang berlainan. Nilai min kecerahan warna isi roti kawalan adalah 70.53 ± 0.40 dan warna isi sampel roti ini adalah antara yang paling tidak putih, manakala warna isi sampel roti yang paling putih adalah roti yang difermentasi oleh yis rambutan iaitu 78.47 ± 0.56 , diikuti oleh yis rebung buluh iaitu 78.14 ± 0.53 . Kedua-dua keputusan warna (L^*) isi roti ini tidak menunjukkan perbezaan yang bererti ($p < 0.05$).

JADUAL 2. Nilai min kecerahan warna kulit roti (L^*) yang difermentasi oleh yis yang berlainan ($n=2$)

Jenis yis	Kulit roti		
	L^*	a^*	b^*
Kawalan	62.75 ± 0.17^a	6.36 ± 0.62^a	17.52 ± 0.17^a
Rebung buluh	62.36 ± 0.36^a	11.45 ± 0.67^b	27.12 ± 0.43^b
Mangga	61.30 ± 0.73^b	12.29 ± 0.71^b	25.12 ± 1.21^c
Rambutan	65.87 ± 0.56^c	9.90 ± 0.41^c	30.10 ± 0.54^d
Duku langsung	65.50 ± 0.69^c	9.65 ± 0.89^c	27.94 ± 1.33^b

L^* = kecerahan, nilai yang lebih tinggi menunjukkan warna yang lebih cerah

a^* = kemerahan + a = merah - a = hijau

b^* = kekuningan + b = kuning - b = biru

a - d^* Abjad yang berbeza pada lajur yang berbeza menunjukkan terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$)

JADUAL 3. Nilai min kecerahan warna isi roti (L*) yang difermentasi oleh yis yang berlainan (n=2)

Jenis yis	Isi roti		
	L*	a*	b*
Kawalan	70.53 ± 0.40 ^a	0.35 ± 0.04 ^a	7.81 ± 0.15 ^a
Rebung buluh	78.14 ± 0.53 ^b	1.09 ± 0.08 ^b	9.22 ± 0.51 ^b
Mangga	75.62 ± 0.52 ^c	-0.15 ± 0.05 ^c	8.55 ± 0.17 ^c
Rambutan	78.47 ± 0.56 ^b	-0.03 ± 0.02 ^d	9.53 ± 0.21 ^b
Duku langsung	75.60 ± 0.23 ^c	0.89 ± 0.05 ^c	8.56 ± 0.55 ^c

L* = kecerahan, nilai yang lebih tinggi menunjukkan warna yang lebih cerah

a* = kemerahan + a = merah - a = hijau

b* = kekuningan + b = kuning - b = biru

a-d* Abjad yang berbeza pada lajur yang berbeza menunjukkan terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$)

Keputusan ini mungkin disebabkan oleh keamatan cahaya terpantul (atau kecerahan isi) yang bergantung kepada struktur sel isi roti. Bahagian yang lebih halus strukturnya akan memantulkan lebih cahaya, manakala bahagian dengan lebih kasar strukturnya memantulkan kurang cahaya (Burhans & Clapp 1942; van Vliet et al. 1992). Struktur roti yang dihasilkan oleh yis rambutan adalah padat dan liang udara sangat kecil, manakala struktur roti yang dihasilkan oleh yis rebung buluh adalah halus dengan kehadiran liang udara yang sekata (Rajah 5). Ini mungkin boleh mempengaruhi darjah kecerahan kedua-dua isi roti tersebut. Kajian Charoenthaikij et al. (2010) melaporkan bahawa faktor lain yang mempengaruhi warna isi adalah kehalusan isi roti. Struktur liang yang halus dan sekata menghasilkan pantulan cahaya yang lebih baik, maka isi roti kelihatan lebih putih (Kruger & Reed 1988).

Bagi keputusan nilai min a* dan b* isi roti pula menunjukkan bahawa roti yang dihasilkan oleh yis rambutan dan yis mangga mempunyai nilai a* yang negatif. Nilai a* bagi kedua-dua sampel tersebut juga menunjukkan perbezaan bererti ($p < 0.05$) dengan yis mangga menunjukkan nilai yang lebih tinggi iaitu -0.15 ± 0.05 daripada roti yang dihasilkan oleh yis rambutan iaitu -0.03 ± 0.02 .

Bagi roti yang difermentasi oleh yis kawalan, yis rebung buluh dan yis duku langsung, kesemua isi sampel ini adalah berwarna kemerahan. Roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh mempunyai darjah kemerahan yang paling tinggi iaitu 1.09 ± 0.08 , diikuti oleh roti yang dihasilkan oleh yis duku langsung 0.89 ± 0.05 dan 0.35 ± 0.04 bagi roti kawalan. Semua sampel roti mempunyai perbezaan nilai a* yang bererti ($p < 0.05$) dengan roti kawalan.

Bagi nilai min b*, isi roti yang dihasilkan oleh yis kawalan dan yis-yis kajian menunjukkan warna isi yang kuning dan isi roti yang paling kuning adalah roti yang dihasilkan oleh yis rambutan, dengan nilai min b* adalah 9.53 ± 0.21 . Ini diikuti oleh roti yang dihasilkan oleh yis rebung buluh iaitu nilai b* ialah 9.22 ± 0.51 . Kedua-dua sampel roti ini tidak mempunyai perbezaan yang bererti ($p > 0.05$), manakala bagi roti kawalan, darjah kekuningannya adalah terendah, iaitu 7.81 ± 0.15 dan

mempunyai perbezaan bererti ($p < 0.05$) dengan semua roti kajian.

Kesimpulannya, semua yis yang dipencil menghasilkan warna isi roti yang lebih kuning berbanding roti kawalan dengan yis rambutan dan yis rebung buluh menghasilkan warna isi roti yang paling kuning.

PERATUS KANDUNGAN KELEMBAPAN KULIT ROTI

Peratus kandungan kelembapan kulit roti berbeza daripada 18.35% hingga 19.80%. Rajah 3 menunjukkan kandungan kelembapan kulit roti difermentasi oleh yis kawalan dan yis-yis yang dipencilkan. Kulit roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh mengandungi kelembapan yang paling tinggi antara sampel yang lain iaitu $19.80 \pm 0.45\%$. Ini diikuti oleh roti difermentasi oleh yis mangga, $19.13 \pm 0.19\%$ dan yis duku langsung, $18.99 \pm 0.31\%$. Ketiga-tiga sampel roti ini mempunyai kandungan kelembapan yang lebih tinggi daripada roti kawalan secara bererti ($p < 0.05$).

Kulit roti mempunyai kandungan kelembapan lebih rendah daripada isi. Selepas dikeluarkan daripada ketuhar dan disejukkan, kandungan kelembapan kulit tetap kekal lebih rendah daripada isi. Lazimnya, kandungan kelembapan kulit berada dalam julat 12-17%, sementara untuk isi roti, julatnya adalah di dalam 35-40%, bergantung kepada jenis roti (Cauvain & Young 2000). Kandungan kelembapan makanan biasanya digunakan sebagai petanda kualiti sesuatu makanan. Ia adalah penting untuk mengukur kandungan kelembapan dalam roti kerana kesan potensinya ke atas ciri-ciri sensori, fizikal dan mikrobial roti.

Merujuk kepada Rajah 2, didapati bahawa tekstur roti yang paling lembut mempunyai peratus kelembapan yang tertinggi, seperti yang ditunjukkan oleh roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh. Manakala roti yang difermentasi oleh yis rambutan mempunyai peratus kelembapan yang paling rendah dan tekstur yang paling keras. Ini juga dapat dilihat bagi sampel roti yang menggunakan yis yang lain. Oleh itu, boleh disimpulkan bahawa apabila kelembapan meningkat, tekstur roti akan menurun. Keputusan kajian disokong oleh Wang dan Coles (1994), dengan kandungan kelembapan mempunyai pengaruh ke atas tekstur roti. Pengurangan kelembapan akan meningkatkan kekerasan roti dan kandungan

kelembapan berkadar songsang dengan kadar peningkatan kekerasan roti (Rogers et al. 1988).

Secara kesimpulannya, semua kulit roti yang difermentasi oleh yis-yis yang dipencil menunjukkan perbezaan kandungan kelembapan yang bererti ($p < 0.05$) dengan roti kawalan, kecuali roti yang difermentasi oleh yis rambutan. Roti yang dihasilkan oleh yis rebung buluh mempunyai peratus kelembapan kulit yang paling tinggi berbanding yis kawalan dan ini menyumbang kepada tekstur roti yang paling lembut.

PERATUS KANDUNGAN KELEMBAPAN ISI ROTI

Kandungan kelembapan isi roti berbeza daripada 38.52% hingga 41.46%. Berdasarkan Rajah 4, roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh turut mengandungi kandungan kelembapan isi roti kawalan yang paling tinggi iaitu sebanyak 41.46%, manakala kandungan kelembapan isi roti kawalan ialah 39.72%. Terdapat perbezaan bererti ($p < 0.05$) antara kandungan kelembapan isi roti dengan semua sampel roti kecuali roti yang difermentasi oleh yis duku langsung.

Kandungan kelembapan isi roti yang paling rendah ialah roti yang difermentasi oleh yis rambutan dan dikatakan mempengaruhi tekstur roti iaitu menghasilkan tekstur roti yang paling keras. Sementara itu, roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh pula mempunyai kandungan kelembapan yang paling tinggi dan mempunyai tekstur yang paling lembut.

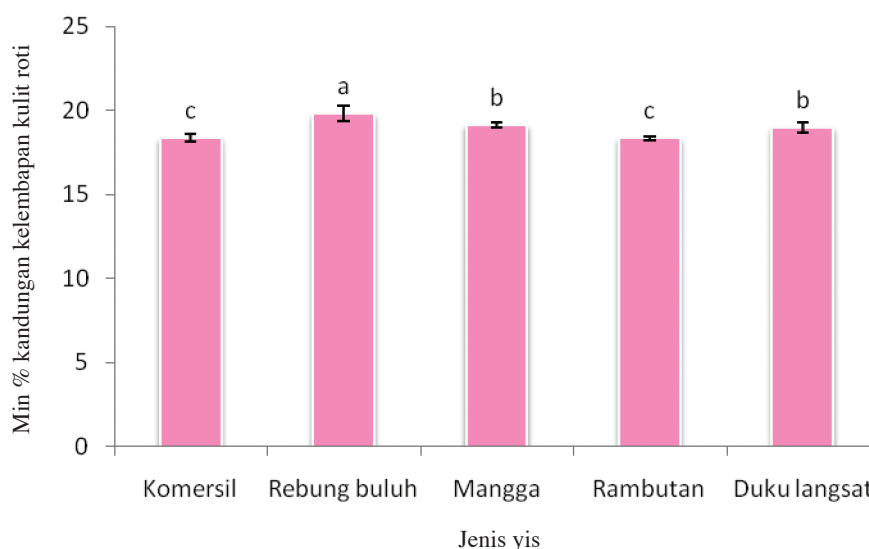
Selain itu, faktor lain seperti struktur liang udara isi roti juga mungkin berperanan mempengaruhi tekstur roti. Hal ini dilihat pada roti yang difermentasi oleh yis mangga. Kandungan kelembapan sampel roti tersebut adalah yang kedua terendah tetapi tekstur yang diperoleh dalam kajian ini tidak menunjukkan ia adalah yang kedua

lembut, berbanding dengan roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh yang mempunyai tekstur yang paling lembut. Ini mungkin disebabkan oleh liang udara dan dinding sel udara yang terbentuk dalam isi roti yang difermentasi oleh yis mangga. Selain itu, keputusan ini juga boleh dijelaskan dengan kandungan kelembapan kulit roti. Daya mampatan oleh penguar yang dikenakan ke atas setiap sampel roti memampatkan lapisan kulit roti terlebih dahulu. Walau bagaimanapun, kandungan kelembapan kulit roti yang difermentasi oleh yis mangga adalah kedua tinggi (Rajah 3). Maka, ini mungkin mempengaruhi daya mampatan yang kurang dikenakan untuk memberi tekstur yang lembut.

LIANG UDARA ROTI

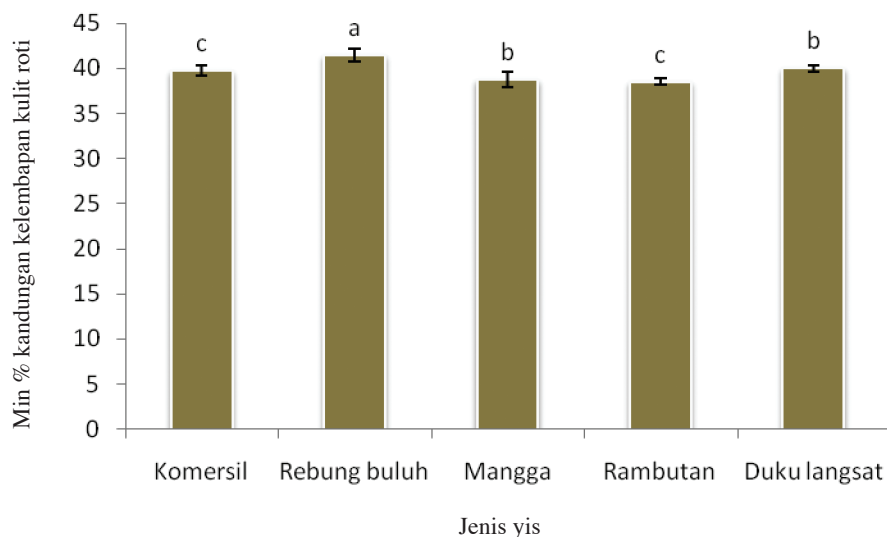
Struktur sel isi roti adalah satu kriteria kualiti penting yang digunakan dalam pembakaran komersial dan makmal penyelidikan dalam penilaian kualiti roti selain daripada rasa, warna isi dan tekstur fizikal isi (Kamman 1970; Pylar 1988; Zayas 1993). Tekstur visual isi roti merangkumi kira-kira 20% pemberat dalam menilai kualiti roti. Dalam penskoran roti, parameter yang dikaji adalah kehalusan isi, keseragaman, bentuk sel dan ketebalan dinding sel (Pylar 1988).

Rajah 5 (a, b, c, d dan e) merupakan imej isi roti yang difermentasi oleh yis yang berbeza. Berdasarkan Rajah 5(a) iaitu isi roti yang difermentasi oleh yis kawalan, taburan liang udara adalah agak konsisten, walaupun terdapat beberapa liang udara yang besar dan yang kecil tetapi nisbahnya agak seimbang dan pada permukaan isi roti, liang-liang udara ini jelas kelihatan. Namun begitu, struktur liang udara kelihatan kasar dan kenyal, berkemungkinan disebabkan oleh dinding-dinding sel gas yang dibentuk. Dinding sel udara di dalam roti yang terus



a-c* Abjad yang berbeza menunjukkan terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$)

RAJAH 3. Nilai min peratus (%) kandungan kelembapan kulit roti difermentasi oleh yis yang berbeza ($n=2$)



a-c* Abjad yang berbeza menunjukkan terdapat perbezaan yang bererti ($p < 0.05$)

RAJAH 4. Nilai min peratus (%) kandungan kelembapan isi roti difermentasi oleh yis yang berbeza ($n=2$)

dibakar adalah nipis dan saiz liang yang berbeza akan tersebar dengan sekata. Liang-liang tersebut bersambung dengan liang bersebelahan menerusi lubang yang kecil dalam dinding-dinding liang udara (Ishida et al. 2001). Maka, liang-liang udara dalam isi roti bercantum secara berterusan.

Berbanding dengan isi roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh, dalam Rajah 5(b), taburan liang udara juga konsisten pada seluruh permukaan tetapi saiz liang udara yang dibentuk adalah lebih kecil dan halus. Saiz sel udara yang halus dan kecil serta dinding sel yang nipis boleh dikaitkan dengan penahanan gas karbon dioksida yang baik. Ini boleh dikaitkan dengan tekstur yang dinilai, dengan keputusan yang dibincang sebelum ini menunjukkan roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh mempunyai tekstur yang paling lembut. Hal demikian mungkin disebabkan oleh dinding sel udara yang nipis memberi rintangan yang rendah, maka daya mampatan yang dikenakan juga rendah. Struktur isi roti yang halus juga mempengaruhi warna isi roti. Warna isi roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh didapati mempunyai warna yang cerah.

Ketidakteragaman taburan liang udara juga dapat dilihat dalam isi roti yang difermentasi oleh yis duku langsung seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5(d). Saiz liang udara yang terbentuk juga lebih kecil, tetapi tidak kelihatan halus. Isi roti yang difermentasi oleh yis rambutan adalah yang paling padat kelihatan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 5(e). Liang udara yang terbentuk adalah kecil dan kuantiti sedikit. Oleh itu, warna isi yang yang diperolehi juga adalah paling cerah kerana kepadatan liang udara memantulkan lebih banyak cahaya. Taburan liang udara juga tidak seragam terutamanya di bahagian bawah roti.

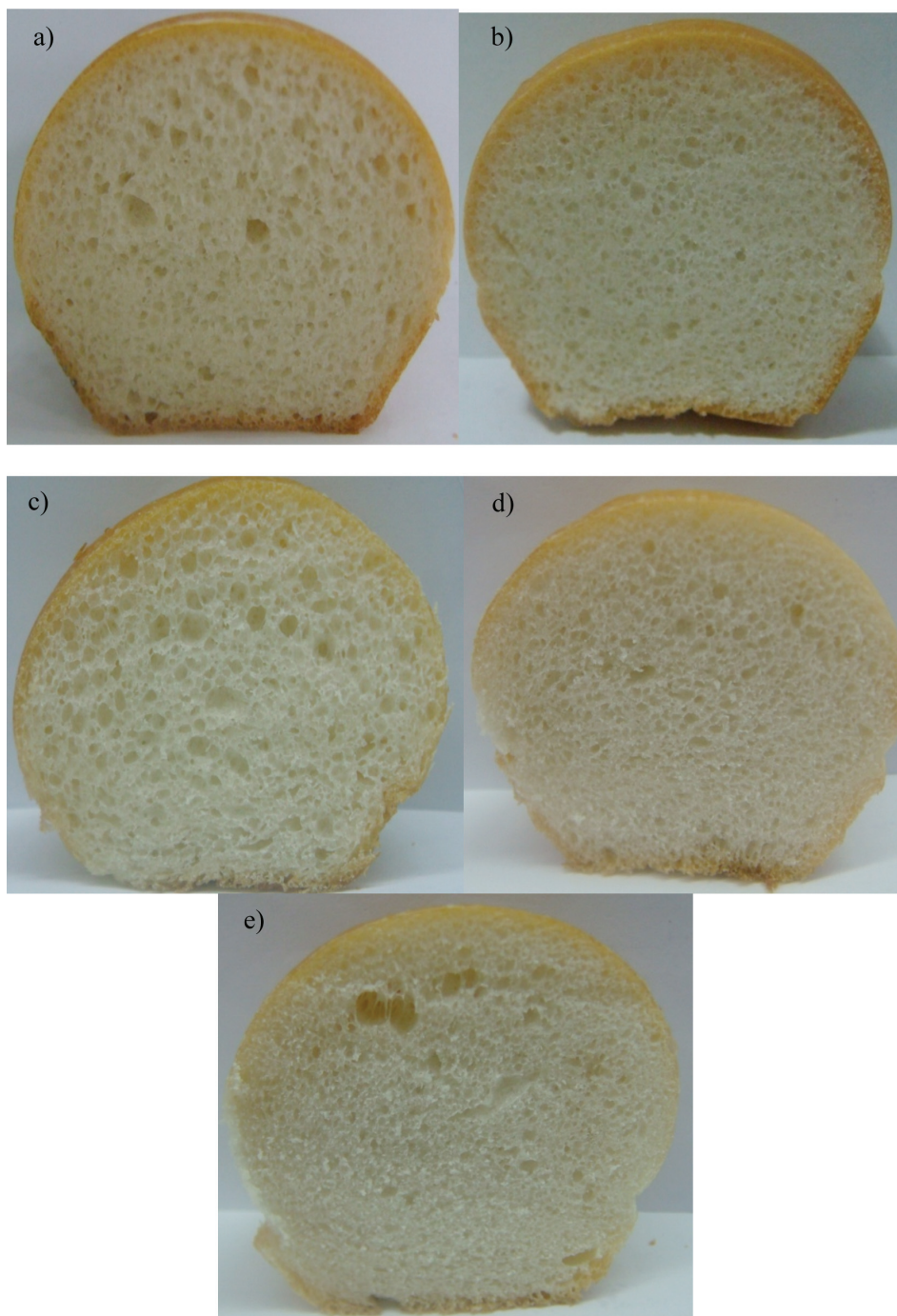
Kesimpulannya, yis rebung buluh dapat menghasilkan roti yang berliang udara kecil dan halus serta konsisten manakala roti yang difermentasi oleh yis rambutan mempunyai taburan liang udara yang kurang konsisten, padat dan sedikit liang udara dibentuk. Kuantiti liang udara yang banyak dan konsisten daripada segi kuantiti dan taburan juga menghasilkan saiz dan isi padu roti yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Semua roti kajian mempunyai isi padu tertentu yang lebih tinggi secara bererti ($p < 0.05$) daripada roti kawalan kecuali roti yang difermentasi oleh yis rambutan. Roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh mempunyai isi padu tertentu yang paling tinggi. Terdapat perbezaan bererti ($p < 0.05$) antara tekstur roti kawalan dengan roti yang difermentasi oleh yis rebung buluh dan yis mangga, dengan tekstur roti kawalan adalah lebih keras, manakala tekstur roti yang difermentasi oleh yis duku langsung dan yis rambutan tidak menunjukkan perbezaan bererti ($p > 0.05$) dengan roti kawalan. Secara keseluruhannya, yis yang dipencil daripada rebung buluh dan mangga memberikan roti yang mempunyai ciri-ciri fizikal yang lebih baik berbanding yis lain yang dipencilkan dan kajian ini juga menunjukkan ia dijangkakan berpotensi sebagai agen penaik dalam pembuatan roti.

PENGHARGAAN

Jutaan terima kasih diucapkan kepada Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan, Fakulti Sains dan Teknologi, Universiti Kebangsaan Malaysia. Penyelidikan ini ditanggung oleh geran penyelidikan UKM-OUP-NBT-28-132/2009.



RAJAH 5. Isi roti yang difermentasi oleh yis (a) kawalan, (b) rebung buluh, (c) Mangga, (d) duku langsung dan (e) rambutan

RUJUKAN

- Al-Eid, S.M., Al-jasass, F.M. & Hamad, S.H. 2010. Performance of baker's yeast produced using date syrup substrate on Arabic bread quality. *African Journal of Biotechnology* 9(21): 3167-3174.
- Barcenas, M.E. & Rosell, C.M. 2005. Effect of HPMC on the microstructure, quality and aging of wheat bread. *Food Hydrocolloids* 19: 1037-1043.
- Berglund, P., Shelton, D. & Freeman, T. 1991. Frozen bread dough ultra structure as affected by duration of frozen storage and freeze thaw cycles. *Cereal Chem.* 68: 105-107.
- Boboye, B. & Dayo-Owoyemi, I. 2009. Evaluation of dough sensory properties impacted by yeasts isolated from cassava. *Journal of Applied Sciences* 9(4): 771-776.
- Boboye, B., Dayo-Owoyemi, I. & Akinyosoye, F.A. 2008. Organoleptic analysis of doughs fermented with yeasts from a Nigerian Palm wine (*Elaeis guineensis*) and certain commercial yeasts. *Open Microbiology Journal* 2: 115-119.
- Burhans, M.E. & Clapp, J. 1942. A microscopic study of bread and dough. *Cereal Chemistry* 19: 196-216.

- Cauvain, S.P. 2001. Breadmaking. In *Cereals Processing Technology*, edited by Owens, G. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.
- Cauvain, S.P., Whitworth, M.B. & Alava, J.M. 1999. The evolution of bubble structure in bread doughs and its effect on bread structure. In *Bubbles in Food*, edited by Campbell, G.M., Webb, C., Pandiella, S.S. & Niranjana, K., St. Paul, MN: Eagan Press.
- Cauvain, S.P. & Young, L.S. 2000. *Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects*. United Kingdom: Blackwell Science.
- Charoenthaikij, P., Jangchud, K., Jangchud, A., Prinyawiwatkul, W., No, H.K. & King, J.M. 2010. Physicochemical properties and consumer acceptance of wheat-germinated brown rice bread during storage time. *Journal of Food Science* 75: S333-S339.
- Chevallier, S., Zúñiga, R. & Le-Bail, A. 2010. Assessment of bread dough expansion during fermentation. *Food and Bioprocess Technology*: 1-9.
- Dimitrellou, D., Kandylis, P., Kourkoutas, Y., Koutinas, A.A. & Kanellaki, M. 2009. Evaluation of thermally-dried *Kluyveromyces marxianus* as baker's yeast. *Food Chemistry* 115(2): 691-696.
- Hathorn, C.S., Biswas, M.A., Gichuhi, P.N. & Bovell-Benjamin, A.C. 2008. Comparison of chemical, physical, microstructural, and microbial properties of breads supplemented with sweet potato flour and high-gluten dough enhancers. *LWT - Food Science and Technology* 41(5): 803-815.
- Hirasawa, R. & Yokoigawa, K. 2001. Leavening ability of baker's yeast exposed to hyperosmotic media. *FEMS Microbiology Letters* 194:159-162.
- Ishida, N., Takano, H., Naito, S., Isobe, S., Uemura, K., Haisi, T., Kose, K., Koizumi, M. & Kano, H. 2001. Architecture of baked breads depicted by a magnetic resonance imaging. *Magnetic Resonance Imaging* 19(6): 867-874.
- Kamman, P.W. 1970. Factors affecting the grain and texture of white bread. *Bakers Digest* 44(2): 34-38.
- Kruger, J.E. & Reed, G. 1988. Enzymes and color. In *Wheat Chemistry and Technology*, edited by Pomeranz, Y. St. Paul, Mn: American Association of Cereal Chemists.
- Loo, Chee Yeong. 2009. Penyaringan dan pengoptimuman penghasilan protein intrasel yis dalam medium sisa pertanian untuk industri makanan. Tesis Sarjana. Universiti Sains Malaysia (tidak diterbitkan).
- Maaruf, A.G., Noroul Asyikeen, Z., Sahilah, A.M. & Mohd. Khan, A. 2011. Leavening ability of yeast isolated from different local fruits in bakery product. *Sains Malaysiana* 40(12): 1413-1419.
- Olorunfemi, O.B. & Adetuyi, F.C. 2005. Isolation of baking yeast from naturally fermented pineapple. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 3: 115-117.
- Patel, B.K., Waniska, R.D. & Seetharaman, K. 2005. Impact of different baking processes on bread firmness and starch properties in breadcrumb. *Journal of Cereal Science* 42: 173-184.
- Plessas, S., Pherson, L., Bekatou, A., Nigam, P. & Koutinas, A. A. 2005. Bread making using kefir grains as baker's yeast. *Food Chemistry* 93: 585-589.
- Poinot, P., Arvisent, G., Grua-Priol, J., Colas, D., Fillonneau, C., Le Bail, A. & Prost, C. 2008. Influence of formulation and process on the aromatic profile and physical characteristics of bread. *Journal of Cereal Science* 48: 686-697.
- Pylar, E. J. 1988. *Baking Science and Technology*. Merriam, KS: Sosland Publishing Co.
- Rogers, D.E., Zeleznak, K.J., Itai, C.S. & Hosene, R.C. 1988. Effect of native lipids, shortening and bread moisture on bread firming. *Cereal Chem.* 65: 398-401.
- Sahin, S. & Sumnu, S.G. 2006. *Physical Properties of Foods*. New York: Springer Science+Business Media.
- Salovaara, H. & Valjakka, T. 1987. The effect of fermentation temperature, flour type and starter on the sour wheat bread. *International Journal of Food Science & Technology* 22(6): 591-597.
- Selomulyo, V.O. & Zhou, W.B. 2007. Frozen bread dough: Effects of freezing storage and dough improvers. *Journal of Cereal Science* 45: 1-17.
- Somiari, R.I & Udoh, A.E. 1993. Evaluation of the performance of yeast isolated from the sap of *Elaeis guineensis* in dough leavening. *Nigerian Food Journal* 2: 32-44.
- Stringini, M., Comitini, F., Taccari, M. & Ciani, M. 2008. Yeast diversity in crop-growing environments in Cameroon. *International Journal of Food Microbiology* 127: 184-189.
- Tamang, J.P. & Fleet, G.H. 2009. Yeasts diversity in fermented foods and beverages. In *Yeast Biotechnology: Diversity and Applications*, edited by Satyanarayana, T. & Kunze, G. New York: Springer Science Business Media B.V.
- Tong, Q., Zhang, X., Wu, F., Tong, J., Zhang, P. & Zhang, J. 2010. Effect of honey powder on dough rheology and bread quality. *Food Research International* 43(9): 2284-2288.
- Trindade, R.C., Resende, M.A., Silva, C.M. & Rosa, C.A. 2002. Yeasts associated with fresh and frozen pulps of Brazilian tropical fruits. *Systematic and Applied Microbiology* 25(2): 294-300.
- van Vliet, T., Janssen, A.M., Bloksma, A.H. & Walstra, P. 1992. Strain hardening of dough as a requirement for gas retention. *Journal of Texture Studies* 23: 439-460.
- Wang, J. & Coles, G.D. 1994. Objective measurement of bread crumb texture. *SPIE Proceedings, Optics in Agriculture, Forestry, and Biological Processing*, pp. 2345: 85-94.
- Wongkhalaung, C. & Boonyaratankornkit, M. 2007. Characterization of new baker's yeast strains and their leavening ability in bread dough. *Kasetsart Journal - Natural Science* 41(4): 751-763.
- Yi, J.H. & Kerr, W.L. 2009. Combined effects of dough freezing and storage conditions on bread quality factors. *Journal of Food Engineering* 93: 495-501.
- Zayas, I.Y. 1993. Digital image texture analysis for bread crumb grain evaluation. *Cereal Foods World* 38:760-766.

Food Science Program
 School of Chemical Sciences and Food Technology
 Faculty of Science and Technology
 Universiti Kebangsaan Malaysia
 43600 Bangi, Selangor D.E.
 Malaysia

*Pengarang untuk surat menyurat; email: syimah@ukm.my

Diserahkan: 9 September 2011

Diterima: 27 Jun 2012