

# Karakteristik Kimia Roti Manis *Sourdough* yang Menggunakan Ragi Alami dari Apel Manalagi (*Malus sylvestris*)

Chemical Characteristics of Sourdough Sweet Bread using Natural Yeast from Apple Manalagi (*Malus sylvestris*)

**Desiana Nuriza Putri, Noor Harini, Liza Ni'matul Azizah, Hanif Alamudin Manshur\***

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian Peternakan, Universitas Muhammadiyah Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246, Malang, Jawa Timur 65144, Indonesia

\*Penulis korespondensi: Hanif Alamudin Manshur, Email: hanifalamudin@umm.ac.id

Submisi: 5 November 2020; Revisi: 20 Agustus 2021, 21 Desember 2021; Diterima: 28 Januari 2022;  
Dipublikasi: 28 November 2022

## ABSTRAK

*Sourdough* adalah campuran terigu, air, dan atau komponen lain yang difermentasi dengan *starter* alami yang mengandung bakteri asam laktat (BAL) dan *yeast*. Campuran tersebut digunakan sebagai agen pengembang dalam produksi roti manis. *Sourdough* dalam penelitian ini menggunakan fermentasi air rendaman apel manalagi sebagai raginya. *Sourdough* dapat mengubah ketersediaan fraksi serat, protein, dan meningkatkan kandungan mineral pada tepung. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *sourdough starter* terhadap karakteristik kimiawi roti manis. Percobaan terdiri atas 6 level perlakuan yaitu perbedaan konsentrasi penambahan *sourdough starter* pada adonan yaitu 0% sebagai kontrol, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%. Parameter pengamatan yang digunakan meliputi kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat, dan serat pangan total. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan proporsi *sourdough starter* yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kadar air dengan kisaran 25,09-31,20% (basis basah), kadar abu dengan kisaran 1,29-1,82%, protein dengan kisaran 6,57-18,22%, lemak dengan kisaran 1,85-8,39%, karbohidrat dengan kisaran 45,44-58,67%, dan serat pangan total dengan kisaran 7,48-14,02%. Terjadi peningkatan kadar serat sebesar 2,4 kali lipat pada roti *sourdough* dibandingkan roti manis.

**Kata kunci:** Bakteri asam laktat; *sourdough*; roti manis *sourdough*; *yeast*

## ABSTRACT

Sourdough combines flour, water, and other components fermented by a naturally occurring starter containing lactic acid bacteria and yeast. This combination is used as a leavening agent in making sweet bread. In this study, sourdough was made naturally by fermentation of dripping manalagi apple water. The advantages of sourdough bread are softer texture and flavor, richer aroma, and easy-to-digest. Therefore, this study aims to determine the effect of adding a proportion of sourdough starter on the chemical characteristics of sweet bread. It was consisted of 6 treatment levels with different concentrations of sourdough starter added to the dough, including 0% as control, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30%. The experimental parameters examined included moisture content, ash, proteins, fat, carbohydrate, and total dietary fiber. The results showed that the addition of different

proportions of the sourdough starter had a significant effect on moisture content in the range 25.09-31.20% (wb), ash 1.29-1.82%, proteins 6.57-18.22%, fats 1.85-8.39%, carbohydrates 45.44-58.67%, and total dietary fiber 7.48-14.02%. There was a 2.4-fold increase in the fiber content of sourdough bread compared to sweet bread. However, the total dietary fiber content obtained is still within the range the World Health Organization recommended, namely 25 g/day.

**Keywords:** Lactic acid bacteria; sourdough; sourdough sweet bread; yeast

## PENDAHULUAN

Roti adalah olahan pangan yang terbuat dari tepung terigu yang difermentasi menggunakan ragi dengan atau tanpa penambahan bahan pengembang, dan selanjutnya dipanggang (Setyo & Lilik, 2004). Satu dari sekian jenis roti yang diminati oleh masyarakat adalah roti manis. Komposisi utama roti manis terdiri atas tepung terigu, air, ragi roti dan garam, sementara komposisi tambahannya adalah susu skim, gula, telur, *shortening* dan pengembang roti (Sarofa dkk., 2014). Dwi & Rosida (2014) menerangkan bahwa kualitas roti secara fisik maupun kimia dipengaruhi oleh sifat bahan bakunya yang memegang peran penting dalam menghasilkan spesifikasi produk roti yang diinginkan.

Saat ini, inovasi pada pengembangan produk roti yang memiliki lebih banyak kandungan protein dan kandungan serat pangan serta indeks glikemik rendah telah banyak dilakukan (Ostman dkk., 2006; Lau dkk., 2015; Shumoy dkk., 2018; Hoehnel dkk., 2019). Dalam hal ini, roti dari *sourdough* dapat dimanfaatkan sebagai pengganti ragi roti. Penggunaan *sourdough* ini berdampak pada kesehatan dan dikaitkan dengan penurunan risiko penyakit tertentu serta memiliki peran penting dalam meningkatkan tekstur dan *flavor* roti (Poutanen, 2020). *Sourdough* berasal dari campuran tepung dan air yang terfermentasi oleh ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dan bakteri asam laktat (BAL) (Mert dkk., 2014). Campuran tersebut berfungsi sebagai agen pengembang dalam pembuatan roti *sourdough*. Disamping itu, aplikasi *sourdough* dalam formulasi menghasilkan roti dengan kualitas sensori dan fungsional yang unggul, seperti memberikan rasa dan aroma yang lebih harum dan unik, serta roti menjadi lebih mudah dicerna di dalam saluran pencernaan (Nachi dkk., 2018).

Penelitian yang telah dilakukan Mildner-Szkudlarz dkk. (2011) mengenai roti *rye* dengan campuran *sourdough* yang ditambahkan produk sampingan anggur dengan konsentrasi 10% menghasilkan total serat pangan sebesar 18,41 g per 100 g bahan kering. Penelitian lain yang dilakukan Bing dkk. (2014) bahwa *sourdough* dari fermentasi anggur liar pada pembuatan roti tawar dengan konsentrasi 50% merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan data nilai pH

sebesar 4,28, total asam tertitrisi sebesar 2,33 mL, kadar air 39,06%, aktivitas air 0,935, dan volume spesifik sebesar 4,76 mL/g, dan tekstur kekerasan 19,23 g. Sedangkan penelitian yang dilakukan Byun dkk., (2015) mengenai *sourdough* tepung beras yang difermentasi dengan ekstrak Omija (*Schizandra chinensis*) menunjukkan bahwa adonan dengan konsentrasi *sourdough* 15% berdampak positif terhadap kualitas roti seperti volume, kekerasan, kesegaran, dan daya terima konsumen. Namun demikian, belum ada penelitian yang mengkaji bagaimana karakteristik roti *sourdough* yang dibuat menggunakan ragi alami yang berasal dari air rendaman apel manalagi yang merupakan buah khas Kota Batu dengan karakteristik flavor yang kuat. Menurut Sa'adah dan Estiasih (2014), apel manalagi mengandung glukosa sebanyak 3,72 g yang berfungsi sebagai sumber nutrisi untuk mikroba selama proses fermentasi, sehingga apel manalagi dapat digunakan sebagai campuran dalam membuat *sourdough*. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan karakteristik kimiawi roti *sourdough* yang dibuat dengan *starter* dari air rendaman apel manalagi dengan roti manis yang menggunakan ragi komersial.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Studi ini menggunakan bahan baku berupa apel manalagi dari petani apel manalagi di daerah Junggo, Kota Batu, Jawa Timur dengan tingkat kematangan 5 bulan dengan diameter 5-6 cm, tepung gandum utuh, tepung terigu protein tinggi, tepung terigu protein sedang, gula kristal putih organik, air, susu fullcream bubuk, susu cair, ragi roti (Merk Angel), gula pasir, pengembang roti, pelembut roti, telur, mentega, butter, garam, *cake emulsifier*, aquades, NaOH (PT. Pash Mitra Mandiri) 0,1 N dan 1 M, *Bovin Serum Albumin* (BSA) (PT. Sigma Aldrich), biuret (PT. Merck Chemicals and Life Sciences), larutan petroleum benzene (PT. Tianjin Zhongxin Chemtech), HCl (PT. Chanson Indonesia) 0,561 M dan 1 M, larutan buffer MES-TRIS (Hopax Chemicals Mfg), enzim  $\alpha$ -amilase (PT. Megazyme International), enzim protease (PT. Megazyme International), enzim amiloglukosidase (PT. Megazyme International), etanol

(CV. Pacific Indochem) 95% dan 78%, dan aseton (PT. Nuansa Kimia Sejati).

### Alat

Studi ini menggunakan peralatan antara lain pisau, talenan, toples kaca, sendok, plastik *wrap*, *aluminium foil*, *box styrofoam*, wadah plastik, oven merk Oxone 898-BR, timbangan digital merk Superior mini digital platform scale, *mixer* merk Philips, *refrigerator*, mortal martil, cawan porselen, desikator, gelas beaker, gelas ukur, labu ukur, filler, pipet ukur, spatula kaca, spatula besi, corong plastik, kertas saring, tabung reaksi, rak tabung reaksi, kuvet, labu lemak, soxhlet, tali, ayakan mesh nomer 40, tabung *falcon*, piala gelas, erlenmeyer, *waterbath shaker*, timbangan analitik merk Ohaus tipe PA413, oven merk Romand type 50, *muffe* merk Barnstead Thermolyne tipe 48000 Furnace, spektrofotometer UV Vis Genesys 20 merk Thermo Spectronic.

### Pembuatan Fermentasi Air Rendaman Apel Manalagi

Fermentasi air rendaman apel manalagi dibuat berdasarkan metode Ko (2012). Apel yang digunakan merupakan apel jenis manalagi. Apel manalagi dicuci, dikupas, dan dipotong dadu dengan ukuran tidak lebih dari 1,5 cm. Apel manalagi ditimbang 100 g, selanjutnya dicampur dengan air 100 mL dan gula pasir organik 8 g, diaduk hingga rata dan diletakkan di dalam toples kaca. Setelah itu toples kaca ditutup lalu dimasukkan dalam kotak *styrofoam* dan fermentasi dilakukan selama 5 hari di suhu ruang (25-27 °C).

### Pembuatan Ragi Alami

Metode pembuatan ragi alami berdasarkan metode Ko (2012). Fermentasi air rendaman apel manalagi diambil dengan cara menyaring air fermentasi dari campuran apel manalagi. *Sourdough* didapatkan melalui beberapa tahap pembuatan ragi alami. Tahap pertama pada hari ke-1 dilakukan pembuatan ragi (ragi A) yang berasal dari campuran 100 mL air rendaman apel terfermentasi dengan 100 g tepung gandum dalam wadah tertutup yang didiamkan selama 18-24 jam. Seusai ragi A meningkat volumenya 2 kali lipat, tahap kedua (hari ke-2) adalah membuat ragi B yang merupakan campuran 100 g ragi A, 100 g tepung gandum utuh, garam dan air. Ragi B dibiarkan selama 12 jam dalam wadah tertutup. Setelah ragi B mengembang 2 kali lipat, dilanjutkan dengan membuat ragi C. Ragi C (hari ke-3) merupakan campuran 100 g ragi B, 100 mL air, 100 g tepung gandum dan 2 g garam yang dibiarkan selama 6-8 jam di wadah tertutup pada suhu ruang kemudian ditutup dan diamkan selama 6-8

jam pada suhu ruang. Ragi C siap digunakan setelah mengembang 2 kali lipat atau bahkan lebih. Ragi C ini memiliki sifat yang lebih aktif dibanding dengan ragi B.

### Pembuatan Roti Manis Ragi Instan

Metode pembuatan roti manis berdasarkan metode Damat dkk. (2018) yang dimodifikasi. Tahap pertama dalam pembuatan roti manis adalah pencampuran bahan-bahan yang meliputi tepung terigu, susu bubuk, ragi instan, gula, pengembang roti, dan pelembut roti. Tahap kedua adalah proses pengadukan dengan kecepatan rendah selama 10 menit. Berikutnya, air dan telur ditambahkan serta diaduk dengan *mixer* pada kecepatan rendah. Sisa bahan (garam, mentega, *butter* dan *cake emulsifier*) dimasukkan dan diaduk dengan kecepatan tinggi selama 20 menit atau hingga kalis. Selanjutnya adonan di istirahatkan (*proofing*) pada suhu 32 °C selama 60 menit, lalu ditimbang dengan berat 45 g dilanjutkan dengan pembentukan adonan. Adonan diistirahatkan (*proofing*) kembali pada suhu 40 °C selama 60 menit pada kelembaban relatif (RH) 80-95%. Setelahnya, adonan dioven pada suhu 180 °C selama 20 menit sampai warna roti manis menjadi kuning kecoklatan. Formulasi perhitungan adonan roti manis berdasarkan total berat tepung terigu yang digunakan yaitu 250 g.

Tabel 1. Formulasi perhitungan pada adonan roti manis

Komposisi	Perhitungan	Jumlah (g)
Tepung terigu protein tinggi	250 x 80%	200
Tepung terigu protein sedang	250 x 20%	50
Susu bubuk	250 x 20%	50
Ragi instan	250 x 2%	5
Gula pasir	250 x 20%	50
<i>Bread improver</i>	250 x 0,5%	1,25
Pelembut roti	250 x 0,5%	1,25
Air	250 x 40%	100
Telur	250 x 15%	37,5
Mentega	250 x 10%	25
Garam	250 x 1%	2,5
Butter	250 x 10%	25
<i>Cake emulsifier</i>	250 x 1%	2,5

### Produksi Roti Manis *Sourdough*

Produksi roti manis *sourdough* merujuk pada prosedur Ko (2012) yang diawali dengan pencampuran

beberapa bahan seperti tepung terigu protein tinggi, tepung terigu protein sedang, dan gula. Setelah tercampur secara merata, dimasukkan air dan susu cair kemudian diaduk hingga rata. Adonan kemudian diistirahatkan selama 3 jam. Proses pengistirahatan adonan ini sering disebut dengan proses *autolysis*. Kemudian dimasukkan *sourdough starter* ke dalam adonan dan diistirahatkan kembali selama 30 menit. Sesudahnya dimasukkan garam dan mentega secara bersamaan dan diaduk sampai menjadi kalis. Kemudian proses *proofing* pertama dilakukan di suhu ruang selama 30 menit.

Setelah *proofing* selesai, dilakukan pelipatan dan penarikan adonan yang dilakukan sebanyak 3 dan 4 kali dengan masing-masing waktu pengistirahatan adonan 45 menit. Setelah itu adonan diistirahatkan selama 3 jam pada suhu ruang sebelum dilakukan *final proofing*. *Final proofing* terakhir pada proses pembuatan roti manis *sourdough* dilakukan selama 14 jam di dalam lemari pendingin atau *refrigerator*. Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan pemanggangan roti pada suhu 220 °C selama 30 menit. Roti yang sudah matang akan dibiarkan dingin terlebih dahulu selama kurang lebih 1 jam sebelum akhirnya dipotong serta dilakukan analisa. Adapun formulasi bahan yang digunakan dalam produksi roti manis *sourdough* tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Formulasi perlakuan rasio *sourdough* pada adonan roti manis *sourdough*

Komposisi (%)	10%	15%	20%	25%	30%
Tpt	210	215	220	225	230
Tps	53	54	55	56	57
Gula	66	67	68	69	70
Air	119	116	113	110	107
Susu cair	66	67	68	69	70
Garam	4	4	4	4	4
Mentega	8	8	8	8	8

Keterangan: TPT= Tepung protein tinggi  
TPS= Tepung protein sedang

### Analisis Sifat Kimiawi Roti Manis *Sourdough*

Faktor dalam penelitian ini adalah konsentrasi *sourdough starter* dalam formulasi roti. Parameter kimia roti manis *sourdough* yang dianalisis antara lain, kadar air basis basah (AOAC, 2005), kadar abu (AOAC, 2005), kadar protein metode biuret (Indrawan, 2016), kadar lemak metode soxhlet (AOAC, 2005), kadar karbohidrat *by difference* (AOAC, 2005), dan kadar serat pangan total metode enzimatis gravimetri (AOAC, 2007).

### Analisis Statistik

Rerata data parameter kimia roti manis *sourdough* diolah secara statistik melalui analisis ragam (Analysis of Variance/ANOVA) menggunakan *software* SPSS 26. Jika ditemukan adanya perbedaan rerata data yang signifikan ( $\alpha = 0,05$ ), maka analisis diteruskan dengan uji lanjut metode Duncan Multiple Range Test (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Air

Penambahan *sourdough starter* yang berbeda berpengaruh nyata terhadap kandungan air roti manis *sourdough* ( $p < 0,05$ ). Kadar air tertinggi diperoleh pada perlakuan roti manis dengan penambahan *sourdough starter* 25% yaitu sebesar 31,20% (Tabel 3). Penggunaan ragi alami cenderung menghasilkan roti dengan kadar air yang lebih tinggi dari pada roti yang difermentasi menggunakan ragi komersial (kontrol) (Jitrakbumrung dan Therdthai, 2014). Adanya proses fermentasi meningkatkan senyawa pengikat air yang berkontribusi pada hidrasi adonan dan mencegah staling (Gänzle, 2014)

Nilai kadar air roti manis kontrol yang dihasilkan berada di bawah batas maksimal yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3840-1995 yaitu 40%. Dengan demikian, kadar air roti manis kontrol memenuhi syarat SNI. Kadar air roti manis *sourdough* berkisar antara 28,65%-31,20%. Hasil ini selaras dengan penelitian roti *sourdough* dari tepung sorghum yang dilakukan oleh (Ogunsakin dkk., 2015) yang mana menghasilkan nilai berkisar antara 25,92%-50,40%. Namun, hasil penelitian ini memiliki nilai kadar air yang relatif lebih rendah daripada penelitian roti *sourdough* yang dilakukan oleh Scazzina dkk. (2009) (kadar air 30-37%) dengan menggunakan tepung gandum utuh dan tepung gandum putih serta penelitian yang dilakukan oleh Zaidiyah dkk. (2020) pada roti *sourdough* dari ubi manis dan jus nanas (kadar air 34,76%-44,20%). *Sourdough starter* yang terbuat dari campuran tepung dan air hasil fermentasi bakteri asam laktat (De Vuyst and Neysens, 2005), cenderung mengandung air yang lebih banyak dibandingkan dengan ragi komersial. Penggunaan *sourdough starter* berkontribusi pada peningkatan kadar air di dalam adonan, yang menyebabkan proses hidrolisis pati didalam adonan terjadi secara parsial. Hidrolisis parsial pati menghasilkan produk sampingan yang dapat mengikat air (Symons dan Brennan, 2004). Oleh sebab itulah, semakin tinggi starter *sourdough* yang digunakan pada formulasi akan meningkatkan kadar air dari *sourdough bread* yang dihasilkan (Jitrakbumrung dan Therdthai, 2014).

Tabel 3. Kadar air roti manis *sourdough*

Konsentrasi <i>starter</i> (b/b)	Kadar air (%wb)	Kadar abu (%)	Kadar protein (%)	Kadar lemak (%)
Kontrol	25,09 a	1,29 a	6,57 a	8,39 c
10%	28,65 b	1,75 bc	11,07 b	3,31 b
15%	29,55 b	1,82 c	13,10 bc	3,31 b
20%	30,31 b	1,73 b	15,56 cd	2,64 b
25%	31,20 b	1,78 bc	18,22 d	3,35 b
30%	30,88 b	1,76 bc	16,09 cd	1,85 a

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p > 0,05$ )

Serat pangan memiliki karakteristik mengikat air (Cai dkk., 2015). Adanya tepung gandum utuh yang kaya serat dalam komposisi *sourdough starter*, menjadikan roti *sourdough* cenderung mampu mempertahankan kelembapan di dalam matriks pori-porinya. (Kurek dkk., 2017).

#### Kadar Abu

Penambahan *sourdough starter* yang berbeda berpengaruh sangat nyata terhadap kadar abu produk roti yang dihasilkan ( $p < 0,05$ ). Perlakuan kontrol mempunyai kadar abu sebesar 1,29% yang berada di bawah batas maksimal kadar abu yang ditentukan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu maksimal 3%. Kadar air tertinggi pada roti manis *sourdough* diperoleh perlakuan penambahan *sourdough starter* 15% yaitu 1,82% (Tabel 3).

Roti manis *sourdough* dengan perbedaan penambahan *starter* memiliki kadar abu berkisar antara 1,73%-1,82%. Kadar abu ini pada rentang nilai kadar abu yang telah dilakukan Ogunsakin dkk. (2015) pada roti *sourdough* dengan tepung sorghum yaitu berkisar 1,50%-2,13%. Sedangkan penelitian lain yang dilakukan Zaidiyah dkk. (2020) pada roti *sourdough* dari ubi manis dan jus nanas memiliki kadar abu berkisar 1,57%-2,35%. Rendahnya kadar abu penelitian dapat dikaitkan dengan bahan baku yang digunakan yaitu tepung terigu yang memiliki kadar abu antara 0,38% hingga 1,62% (Heshe dkk, 2016).

Perlakuan penambahan *starter* 10%, 25% dan 30% menunjukkan nilai kadar abu yang tidak berbeda nyata sedangkan perlakuan penambahan *starter* 15% berbeda nyata dengan perlakuan penambahan *starter* 20%. Peningkatan kadar abu dapat disebabkan karena pemanfaatan mineral yang ada tidak dimanfaatkan sepenuhnya oleh mikroba selama fermentasi (Ojokoh & Bello, 2014). Menurut Desrosier (1998), abu merupakan mineral-mineral anorganik yang memiliki ketahanan cukup tinggi terhadap suhu pemasakan

sehingga keberadaannya dalam bahan pangan dapat mengalami perubahan, namun cenderung tetap. Kadar abu pada roti merefleksikan banyaknya mineral yang terkandung dalam bahan-bahan penyusunnya. Kadar abu yang tinggi pada suatu produk menandakan bahwa bahan penyusun yang digunakan mempunyai kadar mineral yang tinggi, atau dapat juga dikarenakan adanya cemaran logam atau benda-benda asing selama pengolahan (Nathanael dkk., 2016).

#### Kadar Protein

Perlakuan penambahan *sourdough starter* yang berbeda berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar protein roti manis *sourdough* yang dihasilkan ( $p < 0,05$ ). Roti manis kontrol memiliki kadar protein sebesar 6,57%. Kadar protein tertinggi diperoleh perlakuan penambahan *sourdough starter* 25% yaitu 18,22% (Tabel 3).

Perlakuan penambahan *starter* 10% hingga 30% terjadi peningkatan kadar protein sebesar 64,58%. Perlakuan penambahan konsentrasi *sourdough starter* memiliki kadar protein berkisar 11,07%-18,22%. Hasil ini rata-rata memiliki nilai kadar protein yang lebih tinggi dari penelitian roti *sourdough* dari tepung sorghum yang telah dilakukan Ogunsakin dkk. (2015) yaitu berkisar antara 11,27%-16,60%. Begitupun juga hasil kadar protein pada penelitian Zaidiyah dkk. (2020) pada roti *sourdough* dari ubi manis dan jus nanas memiliki yang memiliki kadar protein berkisar 4,63%-7,61%. Perlakuan penambahan *starter* 10%, 15%, 20%, dan 25% menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *starter* maka kadar protein yang dihasilkan semakin tinggi pula. Sedangkan pada perlakuan penambahan *starter* 30% yaitu 16,09% menunjukkan kadar protein yang lebih rendah daripada perlakuan penambahan *starter* 25% yaitu 18,22%. Hal ini disebabkan metode identifikasi protein yaitu uji biuret yang menunjukkan adanya hasil positif dengan ditandai berubahnya larutan menjadi berwarna ungu yang mengidentifikasi adanya peningkatan ikatan peptida yang terbentuk (Putri dkk., 2016).

Ragi mengonsumsi asam amino selama pertumbuhan, dan kadar asam amino hanya meningkat setelah pertumbuhan ragi berhenti (Gobbetti dkk., 1994; Thiele dkk., 2002). Dewi Astuti dan D. Andang Arif (2009) menyatakan bahwa penyusun utama bakteri asam laktat adalah protein, sehingga peningkatan jumlah bakteri asam laktat dalam produk fermentasi berkorelasi positif dengan peningkatan kadar protein produk hasil fermentasi. Umumnya enzim proteolitik (protease) dikelompokkan menjadi proteinase dan peptidase. Proteinase mengkatalisis degradasi protein menjadi fraksi peptida yang lebih kecil, peptidase menghidrolisis ikatan peptida spesifik atau memecah peptida menjadi asam amino. Dengan adanya degradasi protein menjadi fraksi peptida yang lebih banyak, mengakibatkan jumlah peptida yang terdeteksi pada uji biuret akan semakin banyak pula sehingga nilai kadar protein yang dihasilkan meningkat. Purnama dkk. (2019) menyebutkan bahwa pengujian kadar protein metode biuret didasarkan pada mekanisme terbentuknya kompleks warna ungu karena adanya dua atau lebih ikatan peptida dan garam Cuprum dalam larutan alkali. Selain itu, karena protein tersusun atas monomer dengan ikatan peptida, maka metode biuret merupakan metode yang tepat untuk menentukan kadar protein.

### Kadar Lemak

Perlakuan penambahan *sourdough starter* yang berbeda berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar lemak roti manis *sourdough* yang dihasilkan ( $p < 0,05$ ). Roti manis kontrol memiliki kadar lemak sebesar 8,97%. Sedangkan perlakuan penambahan *starter* menunjukkan bahwa roti manis *sourdough* memiliki kadar lemak berkisar antara 1,85%-3,35% (Tabel 3). Kadar lemak terendah diperoleh perlakuan penambahan *sourdough starter* 30% yaitu 1,85%.

Hasil kadar lemak pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian Ogunsakin dkk. (2015) pada roti *sourdough* dari tepung sorghum yang berkisar 2,98%-10,97%. Namun lebih tinggi daripada penelitian Zaidiyah dkk. (2020) pada roti *sourdough* dari ubi manis dan jus nanas memiliki yang memiliki kadar protein berkisar 0,71%-2,79%. Perlakuan penambahan *starter* 10% tidak berbeda nyata dengan perlakuan penambahan *starter* 15%, 20%, dan 25% namun berbeda nyata dengan perlakuan penambahan *starter* 30%. Penambahan konsentrasi *sourdough starter* dalam pembuatan roti menunjukkan bahwa semakin banyak *starter* maka kadar lemak yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini disebabkan adanya perubahan biokimia dan fisiologis yang terjadi selama fermentasi membutuhkan energi dan sebagian lemak yang terkandung dalam adonan roti. Mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi

bersifat lipolitik, sehingga penurunan kadar lemak juga dikaitkan dengan proses hidrolisis trigliserida menjadi gliserol dan asam lemak oleh mikroorganisme. Hal ini sesuai dengan Benson (2001) yang menyatakan bahwa hasil hidrolisis trigliserida berupa gliserol dan asam lemak dimanfaatkan oleh bakteri untuk membentuk lemak dan komponen sel lainnya. Selain itu, dalam kondisi aerobik, gliserol dan asam lemak teroksidasi dan menghasilkan energi. Pemecahan asam lemak dan gliserol oleh organisme lipolitik yang ada pada roti selama fermentasi juga memberikan dampak menguntungkan yaitu peningkatan aroma, rasa, bau dan tekstur roti hasil fermentasi.

Rahmah dkk. (2017) menyatakan bahwa *shortening* pada adonan roti akan membentuk lapisan-lapisan tipis sehingga memberikan tekstur roti yang empuk dan halus. Kandungan lemak dalam adonan berperan sebagai substrat dalam fermentasi dengan mekanisme *Saccharomyces cerevisiae* memanfaatkan lemak sebagai sumber energi serta menghasilkan enzim lipase dan amilase. Penelitian lain (Ko, 2012) menyatakan bahwa pengaruh pengempukan roti berkaitan dengan kemampuan lemak dalam menghambat pengembangan gluten, sehingga penurunan penggunaan lemak dalam suatu resep dapat menyebabkan roti menjadi lebih keras. Di sisi lain, kelebihan roti dengan kadar lemak yang rendah yaitu umur simpan yang lebih panjang karena sifat sensori yang bertahan lebih lama. Hal ini karena produk yang mengandung lemak lebih tinggi akan lebih berpotensi mengalami ketengikan akibat reaksi oksidasi dan hidrolisis yang disebabkan oleh peningkatan kadar air roti selama penyimpanan roti (Awika dan Rooney, 2004).

### Kadar Karbohidrat

Perlakuan penambahan *sourdough starter* yang berbeda berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar karbohidrat roti manis *sourdough* yang dihasilkan ( $p < 0,05$ ). Kadar karbohidrat tertinggi diperoleh perlakuan roti manis kontrol yaitu sebesar 58,67%. Sedangkan perlakuan penambahan konsentrasi *sourdough starter* yang berbeda memiliki kadar karbohidrat berkisar antara 45,44%-55,21% (Tabel 4) Kadar karbohidrat hasil penelitian ini berada dibawah penelitian yang telah dilakukan Ogunsakin dkk. (2015) pada roti *sourdough* dari tepung sorghum yang memiliki nilai kadar karbohidrat berkisar 65,58%-77,39%. Namun berada pada rentan hasil karbohidrat pada roti *sourdough* dari ubi manis dan jus nanas yang dilakukan oleh Zaidiyah dkk. (2020) dengan kadar karbohidrat berkisar 46,08%-57,59%.

Perlakuan penambahan *starter* 10% berbeda nyata dengan perlakuan penambahan *starter* 15%, 20%, 25% dan 30%. Perlakuan penambahan *starter*

Tabel 4. Kadar karbohidrat *by difference*

Konsentrasi Starter	Kadar Karbohidrat (%)
Kontrol	58,67 d
10%	55,21 c
15%	52,22 b
20%	49,75 b
25%	45,44 a
30%	49,42 b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p>0,05$ )

15% tidak berbeda nyata dengan starter 20% dan 30% tetapi berbeda nyata dengan penambahan starter 25%. Sedangkan perlakuan penambahan starter 25% berbeda nyata dengan penambahan starter 30%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan starter menunjukkan nilai kadar karbohidrat yang semakin rendah. Namun pada perlakuan penambahan starter 30% menunjukkan nilai kadar karbohidrat yang cenderung lebih tinggi yaitu 49,42% dibandingkan perlakuan penambahan starter 25% yaitu 45,44%. Hasil penelitian tersebut dapat disebabkan bakteri asam laktat dan yeast mengkonversi karbohidrat menjadi glukosa dan menggunakan sebagian gula tersebut sebagai sumber energi untuk pertumbuhan dan aktivitas metabolisme lainnya. Penurunan kandungan karbohidrat juga dapat disebabkan adanya hidrolisis pati oleh amilase yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat. Penelitian lain yang dilaporkan oleh Vatanasuchart dkk. (2012) menyebutkan bahwa amilase dan pululanase yang dihasilkan selama proses fermentasi oleh bakteri asam laktat akan menghidrolisis amilosa dan amilopektin menjadi glukosa dan maltosa yang merupakan gula pereduksi.

Perbedaan kadar karbohidrat dari setiap perlakuan penambahan starter *sourdough* berpengaruh terhadap proses fermentasi oleh yeast *Saccharomyces cerevisiae* dan bakteri asam laktat. Karbohidrat merupakan makanan utama yeast *Saccharomyces cerevisiae*. *Sourdough starter* yang digunakan terbuat dari air fermentasi apel dan tepung gandum yang telah difermentasi. Sehingga semakin banyak starter yang ditambahkan maka sisa karbohidrat yang tersedia semakin besar. Hal ini sesuai dengan Nathanael dkk. (2016) yang menyatakan bahwa karbohidrat pada roti adalah sumber energi terbesar *Saccharomyces cerevisiae*.

### Kadar Serat Pangan Total

Perlakuan penambahan *sourdough starter* yang berbeda berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar serat pangan total roti manis *sourdough* yang

dihasilkan ( $p<0,05$ ). Penambahan *sourdough starter* 25% menghasilkan kadar serat pangan tertinggi yaitu sebesar 14,02% (Tabel 5).

Serat pangan total dengan perlakuan penambahan *sourdough starter* yang berbeda berkisar antara 7,48%-14,02%. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Rizzello dkk. (2012) pada roti *sourdough* dengan menggunakan gandum yaitu berkisar antara 1,85%-4,38%. Sedangkan pada penelitian Kopeć dkk. (2011) pada roti *sourdough* gandum berkisar antara 2,89%-8,92%. Mihhalevski dkk. (2013) dalam penelitiannya mengenai roti *sourdough* dari rye menghasilkan serat pangan total berkisar 10,00%-11,01%. Perlakuan penambahan starter 15% dan 25% menghasilkan peningkatan kandungan serat pangan sedangkan perlakuan penambahan starter 20% dan 30% mengalami penurunan kandungan serat pangan.

Peningkatan kandungan serat pangan roti manis *sourdough* disebabkan oleh peningkatan kadar pati resisten. Pati resisten termasuk dalam jenis serat tidak larut. Pati resisten dapat terbentuk selama proses pemanggangan roti (Johansson dkk., 1984). Salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan starter *sourdough* adalah tepung gandum utuh. Tepung gandum utuh merupakan bahan pangan yang kaya akan serat pangan, termasuk itu pati resisten (Sterbova dkk., 2016). Semakin besar konsentrasi starter *sourdough* yang digunakan, kadar pati resisten yang terkandung dalam adonan roti *sourdough* juga akan semakin meningkat, yang berujung pada perbedaan kadar serat pangan total antar perlakuan roti *sourdough*. Hal itu sejalan dengan penelitian De Angelis dkk. (2007), yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan kadar pati resisten pada roti dengan penambahan asam organik atau yang difermentasi *sourdough*.

Penurunan drastis kadar serat pangan total pada penambahan starter *sourdough* 30% diduga karena peningkatan aktivitas enzimatis yeast dan bakteri asam laktat dalam produk *sourdough*. Penambahan 30% biang *sourdough* menghasilkan jumlah yeast dan bakteri

Tabel 5. Kadar serat pangan total roti manis *sourdough*

Konsentrasi Starter	Kadar Serat Pangan Total (%)
10%	13,16 a
15%	13,51 b
20%	10,66 c
25%	14,02 d
30%	7,48 e

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p>0,05$ )

asam laktat dalam roti mencapai berturut-turut  $1.77 \times 10^7$  CFU/mL dan  $5.8 \times 10^6$  CFU/mL, serta pH sebesar 4,8 (data tidak ditampilkan). Pada jumlah koloni dan pH tersebut, baik yeast maupun bakteri asam laktat dapat memproduksi enzim pemecah serat secara optimal sehingga kadar serat pangan di dalam roti menurun. Pada pH sekitar 4,5, proses degradasi komponen serat, seperti arabinoksilan,  $\beta$ -glukan, selulosa, pati resisten, fruktan, dan lignin, oleh enzim invertase yang dihasilkan *Saccharomyces cerevisiae* dapat berlangsung optimal (Eka P dan Amran Halim, 2009; Tsafraqidou dkk., 2028; Struyf dkk., 2017). Disamping itu, jenis bakteri asam laktat tertentu seperti *Lactobacillus fermentum* mempunyai aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase yang potensial dalam mendegradasi pati resisten (Shankar dkk., 2018).

## KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan *starter sourdough* dan perbedaan komposisi dapat meningkatkan kadar air, abu, protein dan serat total roti manis dengan kisaran nilai berturut-turut sebesar 28,65-31,20%, 1,73-1,82%, 11,07-18,22% dan 7,42-14,02%. Penggunaan *starter sourdough* juga dapat menurunkan kadar lemak dan kadar karbohidrat dari roti dengan kisaran nilai berturut-turut sebesar 1,85-3,35% dan 45,44-55,21%. Terjadi peningkatan kadar serat sebesar 2,4 kali lipat pada roti manis *sourdough* dibandingkan roti manis biasa/kontrol.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak terdapat konflik kepentingan dalam naskah publikasi ini.

## DAFTAR PUSTAKA

AOAC 2007. (2007). Official methods of analysis of AOAC International. *Association of Official Analysis Chemists International*.

Awika, J. M., & Rooney, L. W. (2004). Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Phytochemistry*, 65(9), 1199–1221. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2004.04.001>

Benson, H. J. (2001). Microbiological Applications, A Laboratory Manual in General. *Microbiology*.

Bing, D.-J., Kim, W.-T., & Chun, S.-S. (2014). Development of white bread using fermented wild grape sourdough. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 43(12), 1896–1905.

Byun, J. B., Chang, J. H., Jeoung, G. Y., & Lee, J. S. (2015). Effect of rice flour sourdough fermented with omija (*Schizandra chinensis*) extract on quality characteristics of bread. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 47(6), 704–710. <https://doi.org/10.9721/KJFST.2015.47.6.704>

Cai, L., Choi, I., Park, C. S., & Baik, B.-K. (2015). *Bran hydration and physical treatments improve the bread-baking quality of whole grain wheat flour*.

Damat, I., Ta'in, A., Saati, E. A., Sudibyo, R. P., Wijaya, R., & Putri, D. N. (2018). *Teknik Pembuatan Roti Manis Fungsional* (Vol. 1). UMMPress.

De Angelis, M., Rizzello, C.G., Alfonsi, G., Arnault, P., Cappelle, S., Di Cagno, R., Gobbetti, M. (2007). Use of sourdough lactobacilli and oat fibre to decrease the glycaemic index of white wheat bread, *British Journal of Nutrition*, 98, 1196–1205, <https://doi:10.1017/S0007114507772689>

De Vuyst, L., & Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: Biodiversity and metabolic interactions. *Trends in Food Science and Technology*, 16(1–3), 43–56. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2004.02.012>

Desrosier, N. W. (1988). *Teknologi pengawetan pangan. Penerjemah M. Muljohardjo. UI-Press, Jakarta*.

Dewi Astuti, H., & D. Andang Arif, W. (2009). Pengaruh konsentrasi susu skim dan waktu fermentasi terhadap hasil pembuatan soyghurt. *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), 48–58.

Dwi, R. W. S. D. H., & Rosida, A. (2014). Aspek mutu produk roti tawar untuk diabetesi berbahan baku tepung porang dan tepung suweg. *AGROKNOW*, 2(01).

Eka P, A., & Amran Halim, A. H. (2009). *Pembuatan Bioethanol dari Nira Siwalan Secara Fermentasi Fese Cair Menggunakan Fermipan*.

Gänzle, M. G. (2014). Enzymatic and bacterial conversions during sourdough fermentation. *Food Microbiology*, 37, 2–10.

Gobbetti, M., Corsetti, A., & Rossi, J. (1994). The sourdough microflora. Interactions between lactic acid bacteria and yeasts: metabolism of carbohydrates. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 41(4), 456–460. <https://doi.org/10.1007/BF00939035>

Heshe, G. G., Haki, G. D., Woldegiorgis, A. Z., & Gemed, H. F. (2016). Effect of conventional milling on the nutritional value and antioxidant capacity of wheat types common in Ethiopia and a recovery attempt with bran supplementation in bread. *Food Science and Nutrition*, 4(4), 534–543. <https://doi.org/10.1002/fsn.3.315>

Hoehnel, A., A, C., Bez, J., Arendt, E. K., & Zannini, E. (2019). Comparative analysis of plant-based high-

- protein ingredients and their impact on quality of high-protein bread. *Journal of Cereal Science* (89), 102816. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.102816>
- Jitrakbumrung, S. & Therdthai, N. (2014). Effect of addition of sourdough on physicochemical characteristics of wheat and rice flour bread. *Kasetsart Journal. (Nat. Sci.)* (48), 964–969.
- Johansson, C., Siljeström, M. & Asp, N. (1984). Dietary fibre in bread and corresponding flours —Formation of resistant starch during baking. *Z Lebensm Unters Forch*, 179, 24–28. <https://doi.org/10.1007/BF01042850>
- Ko, S. (2012). *Rahasia Membuat Roti Sehat & Lezat dengan Ragi Alami*. IndonesiaTera.
- Kopeć, A., Pysz, M., Borczak, B., Sikora, E., Rosell, C. M., Collar, C., & Sikora, M. (2011). Effects of sourdough and dietary fibers on the nutritional quality of breads produced by bake-off technology. *Journal of Cereal Science*, 54(3), 499–505. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2011.07.008>
- Kurek, M. A., Wyrwicz, J., Karp, S., Brzeska, M., & Wierzbicka, A. (2017). Comparative analysis of dough rheology and quality of bread baked from fortified and high-in-fiber flours. *Journal of Cereal Science*, 74, 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.02.011>
- Lau E., Soong Y.Y., Zhou W., & Henry J. (2015) Can bread processing conditions alter glycaemic response? *Food Chemistry* (173), 250–256. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.10.040>
- Mert, I. D., Campanella, O. H., Sumnu, G., & Sahin, S. (2014). Gluten-free sourdough bread prepared with chestnut and rice flour. *9<sup>th</sup> Baltic Conference on Food Science and Technology "Food for Consumer Well-Being"*, 2(2), 239.
- Mihhalevski, A., Nisamedtinov, I., Hälvin, K., Ošeka, A., & Paalme, T. (2013). Stability of B-complex vitamins and dietary fiber during rye sourdough bread production. *Journal of Cereal Science*, 57(1), 30–38. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.09.007>
- Mildner-Szkudlarz, S., Zawirska-Wojtasiak, R., Szwengiel, A., & Pacyński, M. (2011). Use of grape by-product as a source of dietary fibre and phenolic compounds in sourdough mixed rye bread. *International Journal of Food Science and Technology*, 46(7), 1485–1493. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02643.x>
- Nachi, I., Fhoula, I., Smida, I., Taher, I. Ben, Chouaibi, M., Jaunbergs, J., Bartkevics, V., & Hassouna, M. (2018). Assessment of lactic acid bacteria application for the reduction of acrylamide formation in bread. *LWT*, 92, 435–441.
- Ogunsakin, O. A., Banwo, K., Ogunremi, O. R., & Sanni, A. I. (2015a). Microbiological and physicochemical properties of sourdough bread from sorghum flour. *International Food Research Journal*.
- Ogunsakin, O. A., Banwo, K., Ogunremi, O. R., & Sanni, A. I. (2015b). Microbiological and physicochemical properties of sourdough bread from sorghum flour. *International Food Research Journal*, 22(6), 2610–2618.
- Ojokoh, A., & Bello, B. (2014). Effect of fermentation on nutrient and anti-nutrient composition of millet (*Pennisetum glaucum*) and soyabean (*Glycine max*) blend flours. *Journal of Life Sciences*, 8(8).
- Ostman E, Rossi E, & Larsson H. (2006) Glucose and insulin responses in healthy men to barley bread with different levels of (1,3;1,4)-b-glucans; predictions using fluidity measurements of in vitro enzyme digests. *Journal of Cereal Sciences* (43), 230–235.
- Poutanen, K. S. (2020). Cereal raw material pretreatment. In *Breakfast Cereals and How They Are Made*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-812043-9.00005-9>
- Purnama, R. C., Retnaningsih, A., & Aprianti, I. (2019). Perbandingan kadar protein susu cair UHT full cream pada penyimpanan suhu kamar dan suhu lemari pendingin dengan variasi lama penyimpanan dengan metode Kjeldhal. *Jurnal Analis Farmasi*, 4(1).
- Putri, A. A. B., Yuliet, Y., & Jamaluddin, J. (2016). Analisis kadar albumin ikan sidat (*Anguilla marmorata* dan *Anguilla bicolor*) dan uji aktivitas penyembuhan luka terbuka pada kelinci (*Oryzctolagus cuniculus*). *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 2(2), 90–95. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2016.v2.i2.5967>
- Rahmah, A., Hamzah, F., & Rahmayuni, R. (2017). *Penggunaan Tepung Komposit dari Terigu, Pati Sagu dan Tepung Jagung dalam Pembuatan Roti Tawar*. Riau University.
- Rizzello, C. G., Coda, R., Mazzacane, F., Minervini, D., & Gobbetti, M. (2012). Micronized by-products from debranned durum wheat and sourdough fermentation enhanced the nutritional, textural and sensory features of bread. *Food Research International*, 46(1), 304–313. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.12.024>
- Nathanael R. S., Raswen E., & Rahmayuni. (2016). Penambahan tepung biji durian (*Durio zibethinus* Murr) dalam pembuatan roti tawar. *JOM Faperta*, 3(2), 1–15.
- Sa'adah, L. I. N. & Estiasih, T. (2014). Karakterisasi minuman sari apel produksi skala mikro dan kecil di kota Batu: Kajian pustaka [In press April 2015]. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 374–380.
- Sarofa, U., Djajati, S., & Cholifah, N. P. (2014). Pembuatan roti manis (kajian substitusi tepung terigu dan kulit manggis dengan penambahan gluten). *J. Rekapangan*, 8(2), 171–178.
- Scazzina, F., Del Rio, D., Pellegrini, N., & Brighenti, F. (2009). Sourdough bread: Starch digestibility and postprandial glycemic response. *Journal of Cereal Science*, 49(3), 419–421. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.12.008>

- Shumoy H., van Bockstaele F., Devencioglu D., & Raes K. (2018) Effect of sourdough addition and storage time on in vitro starch digestibility and estimated glycemic index of tef bread. *Food Chemistry*, (264), 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.019>
- Shankar, A. & Narayan, B. & Gudipati, M. 2018. Understanding fermentation behaviour of lactic acid bacteria grown on resistant starch as the substrate. *Trends in Carbohydrate Research*. 10. 1-9.
- Struyf, N., Laurent, J., Verspreet, J., Verstrepen, K. J., & Courtin, C. M. (2017). *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces marxianus* cocultures allow reduction of fermentable oligo-, Di-, and monosaccharides and polyols levels in whole wheat bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(39), 8704–8713. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b02793>
- Sterbova, L., Bradova J., Sedlacek, T., Holasova, M., Fiedlerova, V., Dvoracek, V., & Smrckova, P. (2018). Influence of technological processing of wheat grain on starch digestibility and resistant starch content. *Starch*, 68, 593–602. <https://DOI 10.1002/star.201500162>
- Thiele, C., Gänzle, M. G., & Vogel, R. F. (2002). Contribution of sourdough lactobacilli, yeast, and cereal enzymes to the generation of amino acids in dough relevant for bread flavor. *Cereal Chemistry*, 79(1), 45–51. <https://doi.org/10.1094/CHEM.2002.79.1.45>
- Tsafrakidou, P., Michaelidou, A. M., & Biliaderis, C. G. (2020). Fermented cereal-based products: Nutritional aspects, possible impact on gut microbiota and health implications. *Foods*, 9(6), 1–25. <https://doi.org/10.3390/FOODS9060734>
- Vatanasuchart, N., Niyomwit, B., & Wongkrajang, K. (2012). Resistent starch content, in vitro starch digestibility and physico-chemical properties of flour and starch from thai bananas. *Maejo International Journal of Science and Technology*, 6(2), 259–271.
- Zaidiyah, Lubis, Y. M., Putri, C. A. R. G., & Rohaya, S. (2020). Physicochemical properties of sourdough bread made from local variety sweet potato and pineapple juice. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 425(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/425/1/012079>