

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Produksi *sourdough* di pasar dunia mengalami peningkatan dikarenakan peningkatan kualitas sensori dan nutrisi roti *sourdough* yang lebih baik dibanding dengan roti yang diproduksi dengan sistem *straight dough process*. Secara tradisional, *sourdough* digunakan sebagai agen pengembang roti menggantikan peran *yeast* dalam fermentasi adonan roti. Saat ini *sourdough* tetap digunakan pada industri *bakery* sebagai pengasam dan pembawa *flavor*. Peran *sourdough* sebagai pembawa *flavor* akan tampak pada hasil akhir *crumb* dan *crust* roti. *Sourdough* juga masih digunakan sebagai pengembang bagi para artisan. *Sourdough* memiliki berbagai keunggulan dalam bidang nutrisi, di antaranya adalah dapat menghidrolisis gluten, memiliki nutrisi tambahan, terbebas dari senyawa antinutrisi, serta memiliki perbaikan dari segi sensori seperti tekstur, *staling*, dan memperpanjang umur simpan.

*Sourdough* merupakan proses bioteknologi yang paling tua untuk mengembangkan roti dan berfungsi untuk memperbaiki tekstur roti, aroma, dan umur simpan. Terdapat perbedaan karakter antara roti *sourdough* yang terbuat dari tepung bebas gluten dengan produk roti gluten-free biasa tanpa *sourdough*. Perbedaan tersebut meliputi berat, tinggi, volume, *crust*, *crumb*, porositas dan kekerasan (Cappa, 2016).

Roti *sourdough* memiliki umur simpan yang lebih panjang karena adanya produksi asam laktat, asam asetat, dan beberapa senyawa antimikroba lainnya seperti hidrogen peroksida, karbondioksida, etanol, dan lain-lain. Fermentasi *sourdough* tidak hanya berpengaruh pada *flavor*, aroma, dan tekstur, melainkan juga kemudahannya untuk dicerna dan nilai nutrisinya yang menyebabkan kualitas akhir roti lebih baik dan umur simpannya lebih lama (Bartkiene, 2020).

Terdapat tiga jenis roti *sourdough*. Roti *sourdough* tipe I diproduksi secara tradisional dengan sistem *continuous*. Adonannya selalu baru dan bisa menggunakan *starter* sebelumnya serta difermentasi pada suhu ruang (Alfonzo *et al*, 2016). Roti *sourdough* tipe II menggunakan strain khusus yang sudah dikembangkan sebagai *starter*. Dalam skala industri, *sourdough* tipe II berwujud cair. *Sourdough* tipe III adalah *sourdough* yang paling mudah digunakan karena

berbentuk bubuk. Roti *sourdough* tipe III dibuat dari *sourdough* yang dikeringkan dan dapat ditambahkan dalam adonan roti biasa. Rasa autentik *sourdough* akan muncul pada roti (Galli, *et al.*, 2019).

Pembuatan roti dengan metode *sourdough* dapat mengurangi jumlah gula pada produk *bakery*. Meningkatnya kasus penyakit tidak menular seperti obesitas, penyakit jantung, dan diabetes menjadi awal penemuan pembuatan roti yang tidak banyak menggunakan gula. Gula memiliki peran penting yang membuat aspek sensori roti dapat diterima dengan baik. Gula berinteraksi dengan bahan lain dan meningkatkan suhu gelatinisasi, menunda jaringan gluten mengembang, dan menambah atau mengurangi aktivitas *yeast* tergantung seberapa besar konsentrasi gula. Selama proses pengolahan, gula berperan pada proses aerasi adonan *batter* yang menghasilkan *crumb* pada *sponge cake*. Selanjutnya, pada tahap *baking*, gula meningkatkan *cracking* pada permukaan karena adanya rekristalisasi. Gula berpengaruh pada reaksi *browning* dan memperpanjang umur simpan terhadap mikroba.

Pengurangan gula pada produk *bakery* dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan mengganti gula tambahan dengan *bulking agent* dan pemanis dengan konsentrasi tinggi atau dengan menggunakan *sweet bulking* seperti poliol. Produksi poliol secara *in-situ* dapat meningkatkan kemanisan dan eksopolisakarida untuk menambah tekstur pada *sourdough*. BAL dapat menghasilkan mannitol dalam jumlah besar. Sedangkan kombinasi dengan *Leuconostoc oenos* dapat menghasilkan *erythritol*. Selain itu, *Candida miller* dapat menghasilkan *xylitol* (Clemens, *et al.*, 2016). Eksopolisakarida diproduksi oleh BAL dan atau tanpa yeast dapat meningkatkan tekstur dan struktur roti. Sehingga aspek fungsionalnya tetap baik sekalipun jumlah gulanya berkurang (Sahin, 2019).

Produk roti *gluten-free* saat ini sedang banyak berkembang. Namun roti yang terbuat dari tepung bebas gluten menunjukkan tekstur yang *crumbling*, warna yang kurang menarik, rasa kurang enak, dan volume roti juga tidak bisa baik. Roti dari tepung bebas gluten memiliki simpan yang pendek karena tidak memiliki gluten yang berperan dalam pembentukan sifat viskoelastis. Perbaikan dari aspek teknologi dan nutrisi pada roti *gluten-free* saat ini banyak dibahas dalam berbagai literatur (Rinaldi, 2017).

Permintaan pasar terhadap produk pangan manis bebas gula atau dengan pengurangan gula saat ini mengalami peningkatan. Produk *bakery* adalah produk yang paling banyak memerlukan gula setelah minuman. Namun pengurangan gula pada produk *bakery* dapat menurunkan kualitasnya karena gula berkontribusi pada struktur dan *flavor* roti. Penggunaan *sourdough* dapat mengatasi penurunan kualitas yang disebabkan oleh pengurangan gula (Sahin, *et al.*, 2019).

Makanan dengan indeks glikemik tinggi memicu tingginya *postprandial glucose* dan konsentrasi insulin. Diet dengan makanan rendah indeks glikemik dan tinggi karbohidrat yang tidak tercerna memiliki manfaat untuk penderita diabetes dan mengurangi resiko kelebihan berat badan (Lappi, *et al.*, 2010).

Selain penggunaan gula, penggunaan garam juga dapat dikurangi dengan proses fermentasi *sourdough*. Mengurangi garam dalam pembuatan produk *bakery* merupakan hal yang perlu dipertimbangkan karena akan mempengaruhi aspek fisiknya. Penambahan *rye malt sourdough* dengan bakteri *Lactobacillus reuteri* mampu menghasilkan glutamat yang dapat menurunkan kadar garam hingga 1,5% tanpa menurunkan kualitas sensorinya (Gobetti, *et al.*, 2018).

Pada pembuatan roti bebas gluten, kurangnya sifat viskoelastis akibat tidak ada ikatan gluten membuat adonan yang dihasilkan tidak bisa mengembang. Tingginya kadar pati juga membuat *staling* mudah terjadi sehingga umur simpan menjadi berkurang. Beberapa bahan baku seperti beras, jagung, *pseudocereal* yang mengandung emulsifier, hidrokoloid, *protein isolated* dari berbagai sumber yang dikombinasikan dengan fermentasi *sourdough* dan *yeast* mampu menciptakan sifat viskoelastis dan membuat adonan mudah diuleni. Ikatan inter dan intra proteinnya menyerupai gluten. Hal ini mampu meningkatkan tekstur pada produk (Cappa, *et al.*, 2016).

Terdapat berbagai jenis tepung yang memiliki karakteristik berbeda dan memiliki manfaat yang lebih beragam pada produk *bakery* yang lebih sehat. Sehingga berbagai tepung tersebut dapat dijadikan alternatif untuk membuat produk *bakery* yang lebih sehat. Proses fermentasi dapat mengubah karakteristik tepung. Perubahan tersebut mempengaruhi zat gizi dan non gizi yang terdapat pada tepung. Berbagai jenis tepung dan karakternya yang dapat digunakan untuk membuat *sourdough* data dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan karakter tepung setelah difermentasi

Jenis Tepung	Karakteristik Tepung Setelah Fermentasi	Referensi
Umbi Suweg	Karbohidrat 80-85%, rendah indeks glikemik.	Laksmiawati, <i>et al.</i> , 2019
Sorgum	Protein 8,49g/100g, karbohidrat 64,4g/100g, serat 18,3g/100g.	Olojede, <i>et al.</i> , 2019
Teff	Karbohidrat 66,7%, protein 10%, lemak 3%, memperbaiki tekstur dan aspek visual.	Campo, <i>et al.</i> , 2015
Jagung	Karbohidrat 95,3g/100g, serat 1,2g/100g, protein 1g/100g.	Olojede, <i>et al.</i> , 2019
Koro	Pati rendah 42,72% amilopektin (12,63%) rendah, indeks glikemik tepung biji koro (41,69%).	Coda, <i>et al.</i> , 2017
Kedelai	Mengandung protein 45-55g/100g.	Telky, <i>et al.</i> , 2020
Ubi putih	Memiliki porositas dan volume lebih rendah daripada ubi kuning dan ubi ungu.	Zadiyah, <i>et al.</i> , 2019
Ubi kuning	Memiliki volume pengembangan lebih besar daripada ubi putih dan ungu, porositas yang baik.	Zadiyah, <i>et al.</i> , 2019
Ubi ungu	Memiliki porositas lebih besar daripada ubi kuning dan ubi putih.	Zadiyah, <i>et al.</i> , 2019
gandum	GABA 5 mg/kg, fenol 0,8 mmol/kg, aktivitas antioksidan 38%.	Montemurro, <i>et al.</i> , 2019
Kecambah gandum	GABA 168 mg/kg, fenol 2,54 mmol/kg, aktivitas antioksidan 82%.	Montemurro, <i>et al.</i> , 2019
Kecambah <i>lentil</i>	Mengandung tanin 66% lebih rendah, tripsin inhibitor.	Montemurro, <i>et al.</i> , 2019
Kecambah <i>chickpea</i>	GABA 510mg/kg, tripsin inhibitor	Montemurro, <i>et al.</i> , 2019
Kecambah <i>barley</i>	GABA 352mg/kg	Montemurro, <i>et al.</i> , 2019
Kecambah quinoa	GABA 350mg/kg	Montemurro, <i>et al.</i> , 2019
Rye	Kaya nutrisi dan senyawa bioaktif, memiliki respon baik terhadap insulin, dapat digunakan sebagai media isolasi BAL.	Bartkiene, 2020; Lappi, <i>et al</i> 2010;
Semolina	Banyak digunakan untuk <i>sourdough</i> Italia, dapat digunakan untuk <i>starter inoculum</i> .	Alfonzo, <i>et al.</i> , 2016
Chesnut	Menambah umur simpan, menurunkan risiko <i>staling</i> , <i>crumb</i> lebih padat.	Rinaldi, 2017

Beberapa *review* yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2. *Review* sebelumnya menjelaskan manfaat konsumsi *sourdough* di antaranya adalah mampu mengatasi penurunan kualitas yang diakibatkan oleh pengurangan jumlah gula yang telah dibahas oleh Sahin, *et al* (2019), menurunkan indeks glikemik postprandial yang telah dibahas oleh Gracia *et al.*, (2021) dan Stamataki, *et al.*, (2016), penggunaan tepung *legume* dan serealialia oleh Gobbetti, *et al.*, (2019) antioksidan pada *sourdough* serealialia dan *legume* oleh Verni., (2019) serta keanekaragaman yeast yang telah dibahas oleh Vuyst., (2016). *Review* dari berbagai referensi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. *Review* yang telah dilakukan

Referensi	Judul	Hasil
Sahin, <i>et al.</i> , 2019	<i>Sugar reduction in bakery products: Current strategies and sourdough technology as a potential novel approach</i>	Exopolisakarida yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat pada fermentasi I mampu mengatasi penurunan kualitas yang diakibatkan oleh pengurangan jumlah gula pada produk <i>bakery</i> .
Stamataki, <i>et al.</i> , 2016	<i>Bread making technology influences postprandial glucose response: a review of the clinical evidence</i>	Penggunaan <i>sourdough</i> pada proses pembuatan roti mampu menurunkan kadar glukosa postprandial karena adanya asam organik dan retrogradasi pati sehingga menurunkan respon insulin.
Gracia, <i>et al.</i> , 2021	<i>Influence of Process Parameters on Sourdough Microbiota, Physical Properties and Sensory Profile</i>	Proses pengolahan pada roti <i>sourdough</i> menentukan mikrobiota yang terkandung di dalamnya sehingga kualitas sensori yang dihasilkan lebih baik dan secara nutrisi memiliki indeks glikemik yang lebih rendah.
Gobbetti, <i>et al.</i> , 2019	<i>The sourdough fermentation is the powerful process to exploit the potential of legumes, pseudo-cereals and milling by-products in baking industry.</i>	Fermentasi <i>sourdough</i> mampu meningkatkan potensi penggunaan <i>legume</i> untuk pembuatan roti dengan tetap memperhatikan aspek penerimaan konsumen serta mampu menurunkan zat antinutrisi pada <i>legume</i> .
Verni, <i>et al.</i> , 2019	<i>How Fermentation Affects the Antioxidant Properties of Cereals and Legumes</i>	Fermentasi <i>sourdough</i> mampu meningkatkan senyawa antioksidan pada roti sehingga berpengaruh pada umur simpan roti dan baik untuk kesehatan.
Vuyst, <i>et al.</i> , 2016	<i>Yeast diversity of sourdoughs and associated metabolic properties and functionalities</i>	Keberagaman <i>yeast</i> pada <i>sourdough</i> mampu meningkatkan <i>flavor</i> , pengembangan, dan mencegah tumbuhnya jamur yang dapat merusak adonan.



Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui aspek yang belum dilakukan *review* yaitu aspek penggunaan tepung lokal sebagai bahan dasar *sourdough*. Sehingga penulis ingin melakukan *review* tentang penggunaan tepung lokal dan tepung selain terigu sebagai bahan dasar pembuatan *sourdough* serta kebermanfaatannya. Selain itu, belum ada *review* yang merangkum berbagai temuan mengenai manfaat *sourdough* bagi penderita diabetes, obesitas, hipertensi, dan gluten intoleran. Sehingga perlu dilakukan *review* untuk merangkum mekanisme fermentasi *sourdough* dalam mengatasi beberapa masalah kesehatan tersebut.



## 1.2. Tinjauan Pustaka

### 1.2.1. Jenis Tepung

Jenis tepung yang biasa digunakan dalam pembuatan *sourdough* adalah tepung gandum (*Triticum aestivum* L). Selain tepung gandum, tepung semolina (*T. durum* Desf) juga dapat digunakan. Tepung semolina lazim digunakan untuk membuat *sourdough* di Italia. Bakteri asam laktat yang paling banyak ditemukan pada *sourdough* Italia adalah *Lactobacillus sanfranciscensis*. Selain itu terdapat pula bakteri heterofermentatif obligat seperti *Leuconostoc* and *Weissella*. Jenis bakteri yang digunakan pada *sourdough* dengan tepung semolina mempengaruhi hasil akhir roti (Alfonzo *et al*, 2016).

Selain tepung gandum, tepung dari berbagai biji-bijian seperti *barley*, *chickpea*, *lentil*, dan *quinoa* juga dapat digunakan sebagai bahan dasar *sourdough* namun memiliki zat antinutrisi yang dapat mengurangi penyerapan nutrisi dalam tubuh manusia. Metode yang dapat dilakukan untuk mengurangi zat anti-nutrisi tersebut adalah dengan pengecambahan dan fermentasi *sourdough*. Tepung kecambah dibuat dari biji kering yang dikecambahkan dengan cara direndam air dan mengalami proses imbibisi. Selama proses perendaman, biji terhidrolisis dan molekul yang ringan akan bergerak untuk mendukung pertumbuhan biji. Proses ini akan menghentikan masa dormansi dan mensintesis senyawa bioaktif seperti riboflavin, thiamin, biotin, asam pantotenat, niasin, vitamin c, tokoferol, dan senyawa fenolik lainnya serta meningkatkan availabilitas. Germinasi memacu enzim untuk aktif dan memecah polisakarida berupa pati dan non pati seperti protein dan meningkatkan reduksi gula, serat larut air, dan asam amino seiring dengan berkurangnya senyawa tak larut (Montemurro, *et al*, 2018).

### 1.2.2. Mikrobiota

Berdasarkan metabolit yang dihasilkan, mikrobiota dibagi menjadi dua kelompok, yaitu homofermentatif dan heterofermentatif. Bakteri homofermentatif menghasilkan satu jenis metabolit sedangkan bakteri heterofermentatif mampu menghasilkan berbagai metabolit. Namun terdapat spesies tertentu pada homofermentatif yang dapat bersifat heterofermentatif juga yaitu homofermentatif obligat atau fakultatif. (Ganzle & Ripari, 2016).

Menurut Bartkiene, *et al.*, (2020), bakteri yang termasuk dalam golongan homofermentatif antara lain *Lactobacillus* spp, *Lactococcus lactis* ssp, dan *Enterococcus*. Sedangkan mikroorganisme yang termasuk dalam golongan heterofermentatif antara lain adalah *Leuconostoc* spp, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Candida pelliculosa*.

*Sourdough* merupakan hasil fermentasi spontan tepung dan air. Di dalam *sourdough*, terdapat bakteri asam laktat (BAL). BAL yang terkandung di dalam *sourdough* dapat dimurnikan menjadi kultur atau *starter* yang bernilai ekonomi. BAL dapat muncul secara spontan pada *rye sourdough* (Bartkiene, 2020). BAL dalam *sourdough* yang dideteksi menggunakan PCR antara lain *Leuconostoc mesenteroides* No. 242 dan *Lactobacillus brevis* No. 173 yang berperan untuk memproduksi gas sehingga dikatakan sebagai heterofermenter fakultatif. Kemudian ada *Lactobacillus paracasei* No. 244, *Lactobacillus casei* No. 210, *L. brevis* No. 173, *Lactobacillus farraginis* No. 206, *Pediococcus pentosaceus* No. 183, *Lactobacillus uvarum* No. 245 dan strain *Lactobacillus plantarum* No. 135 yang muncul setelah pH 2,5 selama 2 jam. Serta, *L. plantarum* No. 122, *L. casei* No. 210, *Lactobacillus curvatus* No. 51, *L. paracasei* No. 244, dan *L. coryniformis* No. 71 yang dapat mencegah pertumbuhan bakteri patogen (Bartkiene, 2020).

Species bakteri yang paling banyak di dalam *sourdough* adalah *L. plantarum* atau *L. sanfranciscensis*. Keunikan *sourdough* tipe I terletak pada adanya *L. sanfranciscensis* yang jumlahnya lebih dari 75% dari total mikrobiota yang ada sedangkan pada *sourdough* tipe II memiliki mikrobiota yang lebih beragam karena adanya perbedaan substrat dari sereal bebas gluten dan *pseudocereal*.

Terdapat beberapa jenis roti *sourdough*, diantaranya adalah roti *verna*, *Japanese milk bread*, *pancake* dan *chinese traditional sourdough*. *Chinese traditional sourdough* mengandung 12 strain BAL yang teridentifikasi. Strain ini merupakan sumber enzim proteolitik yang mampu mendegradasi alergen yang terkandung pada gandum, yaitu gluten yang berwujud gliadin dan glutenin. Dari keduabelas strain tersebut, terdapat tiga strain yang memiliki peran paling besar yaitu *Pediococcus acidilactici* XZ31 (XZ31), *Torulaspora delbrueckii* JM1 (JM1), *Saccharomyces cerevisiae* JM4 (JM4) *Candida humilis* (Ganzle & Ripari, 2016).

Berbagai mikrobiota hidup dalam ekosistem *sourdough* dan berkembang secara optimal pada pH tertentu. Keberagaman mikrobiota dalam *sourdough* dapat dilihat pada Tabel 3. Bakteri



yang dominan adalah *Lactobacillus* yang berperan untuk mengubah karbohidrat menjadi asam yang dapat berpengaruh pada rasa, indeks glikemik, dan umur simpan karena hasil metabolit tersebut bersifat antibakteri dan antufungal. Selain itu *Bacillus* juga berperan penting untuk mendegradasi gluten sehingga dapat menurunkan inflamasi pada penderita *celiac*.

Tabel 1. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi *sourdough*

Mikroorganisme	Karakteristik dan perannya dalam fermentasi	Pustaka
<i>Lactobacillus sanfranciscensis</i>	Hidup di pH di atas 3,8	Xu, 2018; Kerrebroeck, 2017
<i>Lactobacillus reuteri</i>	Meningkatkan elastisitas, tekstur dan umur simpan <i>sourdough</i> .	Ozmena, 2020; Chen, 2016
<i>Lactobacillus plantarum</i>	Mendominasi pada fermentasi spontan tepung gandum, Heterofermentatif, antifungal.	Teleky 2020; Kerrebroeck, 2017; Coda, 2015
<i>Lactobacillus fermentum</i>	Mendominasi pada fermentasi spontan tepung gandum.	Kerrebroeck, 2017
<i>Lactobacillus casei</i>	Heterofermentatif, Berperan pada proses pengasaman, degradasi gluten, memproduksi senyawa aroma, nutrisi, dan memperbaiki sensori, memproduksi asam malat dari hidrolisis pati (amilase dan maltose).	Teleky, 2020
<i>Leuconostoc citreum</i>	Mencegah penurunan kualitas yang disebabkan penurunan gula.	Sahin, 2019
<i>Weissella Confusa</i>	Mudah diisolasi, menghasilkan senyawa aroma dan asam.	Gundusa, 2020
<i>Bacillus spp.</i>	Mampu menurunkan gluten hingga 98-112 mg/kg.	Rashmi, 2020
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Menghasilkan CO <sub>2</sub> , Banyak berperan dalam mendegradasi alergen.	Fu, 2020; Teleky 2020
<i>Torulaspora delbrueckii</i>	Banyak berperan dalam mendegradasi alergen.	Fu, 2020
<i>Candida humilis</i>	<i>Yeast</i> alami yang hidup dalam <i>sourdough</i> .	Bartkiene, <i>et al.</i> , 2020

### 1.2.3. Pembentukan Metabolit

Penggunaan *sourdough* yang mengandung kultur *Lactobacillus* dan dikombinasikan dengan *yeast* mampu meningkatkan kualitas *soft* maupun *hard bread*. Eksopolisakarida yang terbentuk dari sukrosa selama proses fermentasi *sourdough* dapat meningkatkan aspek teknologi pada roti bebas gluten dan mampu menggantikan hidrokoloid (Rinaldi, 2015).

Bakteri *Lactobacillus heterofermentatif* mampu mengurangi ikatan disulfida gluten pada proses pengasaman *sourdough*. Metode *sourdough* ini mampu memuaskan konsumen dengan berbagai manfaat kesehatannya. Selain itu, asam fitat yang terdapat dalam tepung biji-bijian juga berkurang (Rinaldi, 2017). Fermentasi *sourdough* berbahan dasar tepung durum juga mampu meningkatkan umur simpan karena tepung durum membuat aktivitas air dalam adonan menurun sehingga proses dehidrasi *crust* menjadi lebih cepat. Selain itu, selama masa simpan roti, *crumb* yang terbentuk juga melunak lebih lambat daripada roti dengan gandum. Sehingga penggunaan tepung durum mampu meningkatkan umur simpan dan memperbaiki karakter *crumb* dan *crust* (Rinaldi 2015).

Proses fermentasi *sourdough* mampu mengurangi kandungan asam fitat yang terkandung dalam gandum utuh maupun biji-bijian hingga setengahnya. Penurunan pH menciptakan kondisi yang baik untuk aktivitas enzim *endogenous phytase*. Penurunan asam fitat memungkinkan bioavailabilitas dari mineral, asam amino bebas, dan protein (Gobetti, *et al.*, 2018). Fermentasi *sourdough* dapat menurunkan kadar garam dalam roti. *Lactobacillus* mengubah glutamat menjadi  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) oleh enzim glutamat dekarboksilase yang berperan sebagai penetral asam. GABA memiliki karakteristik yang baik, salah satunya adalah hipotensi. Diperlukan 10-12 mg GABA per hari untuk dapat menurunkan tekanan darah pada pasien hipertensi moderat (Gobetti, *et al.*, 2018).

Berdasarkan Tabel 4, dapat diketahui bahwa terdapat metabolit dalam *sourdough* yang dapat mendegradasi karbohidrat dan senyawa aroma yang berpengaruh pada *flavor* dan tekstur *sourdough*. Metabolit tersebut terdiri atas metabolit primer seperti asam organik, senyawa aroma, dan metabolit sekunder seperti antibiotik. (Chen, *et al.*, 2015)

Tabel 2. Metabolit yang dihasilkan pada fermentasi *sourdough*

Enzim/metabolit	Perubahan Biokimia	Referensi
$\alpha$ amylase / trypsin inhibitor (ATI)	Hidrolisis gluten oleh enzim proteolitik menyebabkan penurunan pH yang menyebabkan berkurangnya toksisitas enzim pencernaan. Produk <i>sourdough</i> mampu mengurangi <i>immunoreactivity</i> .	Huang, <i>et al.</i> , 2020
Inhibitor $\alpha$ amilase	<i>Sourdough</i> mampu meningkatkan inhibitor $\alpha$ amilase sehingga memperlambat degradasi pati dalam pencernaan.	Diowks, <i>et al.</i> , 2020
Angiotensin – converting enzyme (IACE)	<i>Sourdough</i> mampu menurunkan <i>immunoreactivity</i> pada penderita <i>gluten intolerance</i> .	Diowks, <i>et al.</i> , 2020
Senyawa aroma	Terjadi pembentukan berbagai senyawa aroma pada proses fermentasi <i>sourdough</i> . Diantaranya adalah Senyawa yang terdeteksi dalam jumlah yang besar adalah asam asetat. Diasetil etil asetat juga terdeteksi secara tentatif.	Kerrebroeck, <i>et al.</i> , 2017
Gamma Aminobutyric Acid (GABA)	Bersifat hipotensi, konsentrasinya meningkat setelah fermentasi <i>sourdough</i> .	Montemurro, 2018; Curiel, <i>et al.</i> , 2015
Glutathionin	Meningkatkan thiol bebas sehingga mampu mendegradasi gluten, meningkatkan volume.	Xu, 2018
Eksopolisakarida (EPS)	Memperbaiki tekstur dan rheology pada roti; meningkatkan volume, mengurangi kekerasan pada roti.	İspirli, 2020; Chen, <i>et al.</i> , 2016
Arabinoxylan	Baik untuk mengendalikan kenaikan gula darah dan respon insulin.	Lappi, <i>et al</i> 2010

#### 1.2.4. Perubahan Kimia

Fermentasi *sourdough* menghasilkan senyawa volatil yang dapat dideteksi dengan alat *Selected Ion Flow Tube-Mass Spectrometry* (SIFT-MS). *Sourdough* yang difermentasi selama 72 jam menghasilkan senyawa aroma seperti diasetil dan acetoin/etil asetat. Senyawa *volatile* lain yang terdeteksi lebih banyak dihasilkan pada *sourdough* yang difermentasi dalam waktu lebih dari 72 jam antara lain etanol alkohol, aldehid, ester, terpenes, dan senyawa *heterocyclic*. Tingginya kadar alkohol menunjukkan bahwa *sourdough* difermentasi dalam waktu yang lama, tingginya asam asetat disebabkan oleh *Gluconobacter oxydans* IMDO A845 yang ada pada *sourdough* sejak awal (Kerrebroeck, 2017).

Menurut Ganzle & Ripari, 2016, terdapat senyawa metabolit yang dihasilkan oleh ekologi mikrobiota yang terdapat dalam *sourdough*. Senyawa yang dihasilkan selama proses

fermentasi dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan Tabel 5, dapat diketahui bahwa senyawa yang terbentuk dari aktifitas mikroorganisme seperti asan organik, CO<sub>2</sub>, ornithine, glutamate, GABA, glutathionin, dan asam lemak memiliki peran yang dapat mempengaruhi kualitas roti seperti tekstur, volume, aroma, *flavor*, dan umur simpan.

Tabel 3. Perubahan kimia oleh metabolit.

Senyawa	Mekanisme pembentukan	Pengaruh terhadap kualitas roti	Referensi
Asam organik dan CO <sub>2</sub>	Karbohidrat menjadi asam organik dan CO <sub>2</sub> melalui metabolisme karbohidrat.	<i>Flavor</i> , tekstur, umur simpan terhadap kapang	Gänzle <i>et al.</i> , 2007
Eksopolisakarida	Metabolisme karbohidrat dari sukrosa, <i>stress resistance</i> .	<i>Flavor</i> , tekstur, volume	Galle & Arendt, 2014; Gänzle <i>et al.</i> , 2007
Ornithine	Arginin diubah menjadi ornitin mendukung pertumbuhan dan <i>acid resistance</i> .	Aroma <i>crust</i>	Thiele <i>et al.</i> , 2002
Glutamat	Glutamin berubah menjadi glutamat melalui <i>acid resistance</i> .	Rasa umami	Zhao <i>et al.</i> , 2015
<i>Gamma Aminobutyric Acid</i> (GABA)	Glutamat berubah menjadi GABA melalui <i>acid resistance</i> .	Bahan fungsional	Coda <i>et al.</i> , 2010
<i>Glutathione</i> dan <i>cystine</i>	Metabolisme menghasilkan <i>oxidative stress</i> .	Tekstur, volume, rasa	Jänsch <i>et al.</i> , 2007
Peptida	Hidrolisis peptide mendukung pertumbuhan dan <i>acid resistance</i> .	<i>Bioactive peptide</i>	Rizello <i>et al.</i> , 2008
<i>Hydroxy fatty acid</i>	Perubahan lemak menjadi <i>hydroxy fatty acid</i> .	Umur simpan terhadap kapang	Black <i>et al.</i> , 2013

### 1.2.5. Perubahan Fisik *Sourdough*

Perubahan fisik yang terjadi pada roti *sourdough* dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan. Diketahui bahwa gula dan gluten berperan membentuk roti seperti roti pada umumnya. Meskipun gluten terhidrolisis, roti tetap mengembang karena metabolit dari fermentasi *sourdough* seperti eksopolisakarida dan arabinoksilan dapat menggantikan peran gluten. Penggantian tepung dengan *chesnut*, ubi jalar, millet dan kedelai menggunakan teknik *sourdough* tetap mampu menjadikan produk *bakery* tersebut seperti roti pada umumnya.

Tepung *chestnut* diterima sebagai alternatif tepung non gluten yang dapat meningkatkan aspek nutrisi pada produk *bakery* non gluten. Tepung *chestnut* mampu mengurangi hilangnya kelembaban pada *crust* dan *crumb* serta dapat memperlambat terjadinya *staling*. Total antioksidan dan seratnya pun mengalami peningkatan setelah *baking* dan selama penyimpanan (Rinaldi, 2017).

Gula merupakan komponen penting dalam pembuatan roti. Pengurangan gula pada produk *bakery* yang manis tanpa menurunkan kualitasnya adalah hal yang perlu dikaji lebih mendalam. Gula berinteraksi dengan bahan lain untuk menghasilkan kualitas roti yang baik. Pemanis pengganti yang banyak ditemukan di pasaran adalah poliol. Namun poliol berdampak pada penurunan tekstur (Sahin, *et al.*, 2019).

Pengurangan gula sejumlah 75% mengakibatkan penurunan kualitas yang signifikan. Sebuah penelitian menemukan bahwa *sourdough* yang mengandung strain *Leuconostoc citreum* TR116 mampu menghasilkan manitol dan EPS. Keberadaan manitol dipicu oleh adanya penambahan fruktosa sedangkan EPS dipicu oleh penambahan sukrosa. Manitol berkontribusi menghasilkan rasa manis pada produk *bakery*. Sedangkan EPS mampu mengkompensasi penurunan struktur yang disebabkan oleh pengurangan gula (Sahin, *et al.*, 2019).

Berdasarkan Tabel 6, pada produk *bakery* biasa, gluten sangat mempengaruhi volume pengembangan roti karena ikatan gluten mampu menahan gas sehingga gas terperangkap dalam adonan dan roti mengembang. Dalam *sourdough*, pengembangan volume roti dipengaruhi oleh glutathionin yang terbentuk. Gluten tidak mempengaruhi volume pengembangan *sourdough bread* karena gluten terhidrolisis selama proses fermentasi. Sebagai kompensasi, adanya arabinoksilan dan eksopolisakarida mampu memperbaiki hidrasi adonan dan mampu menahan gas pada adonan. Sehingga *sourdough* tetap mengembang tanpa memperhatikan adanya gluten dan energi yang diberikan pada adonan selama proses *mixing* (Xu, *et al.*, 2018).



Tabel 4. Perubahan sensori berdasarkan penggantian atau pengurangan bahan

Bahan	Perubahan	Pustaka
Gula	Tekstur, warna	Sahin, 2019
Tepung chesnut	Mampu mengurangi hilangnya kelembaban pada <i>crust</i> dan <i>crumb</i> serta dapat memperlambat terjadinya <i>staling</i> .	Rinaldi, 2017
Tepung ubi jalar	Produk <i>bakery</i> memiliki aroma yang khas dan memiliki warna yang bervariasi.	Pereira, <i>et al.</i> , 2018
Tepung millet	Menghasilkan produk <i>bakery</i> bebas gluten dan kaya serat dan meningkatkan penerimaan konsumen dari aspek sensori.	Banwo, <i>et al.</i> , 2020
Gluten	Volume roti <i>sourdough</i> tetap mengembang sekalipun gluten terhidrolisis karena adanya exopolisakarida dan arabinoksilan yang mampu memperbaiki hidrasi adonan dan menahan gas.	Ganzle, 2018
Tepung kedelai	Meningkatnya elastisitas meningkatnya WHC Meningkatkan keasaman	Teleky, 2020
<i>Sourdough</i> dan <i>compressed yeast</i>	Kualitas <i>crumb</i> lebih baik dan umur simpan lebih panjang, roti mengembang dengan baik.	Cappa, 2016

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari *review* untuk mengetahui potensi tepung kacang-kacangan, umbi-umbian dan sereal yang dapat memperbaiki nutrisi dan sensori pada produk *bakery* yang menggunakan *sourdough* dengan tetap memperhatikan aspek penerimaan konsumen.