

**PENGARUH FERMENTASI JALI (*Coix lacryma jobi-L*) PADA PROSES
PEMBUATAN TEPUNG TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA
COOKIES DAN ROTI TAWAR**

***Effects of Jali (Coix lacryma jobi-L) Fermentation in Flour Production on
Physical and Chemical Characteristics of Cookies and White Bread***

Dwi Arinda Syahputri^{1*}, Agustin Krisna Wardani¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: Arinda_wihardjo@yahoo.com

ABSTRAK

Jali (*Coix lacryma jobi-L*) merupakan sereal yang belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia. Tepung jali dapat digunakan sebagai alternatif pengganti atau substituen tepung terigu pada produk *cookies* dan roti tawar sebagai cara mengurangi penggunaan tepung terigu di Indonesia. Kelemahan *cookies* yang terbuat dari tepung jali adalah tekstur yang keras dan berpasir. Penggunaan tepung jali untuk substitusi tepung terigu pada pembuatan roti tawar juga menghasilkan tekstur yang bantat. Berdasarkan hal tersebut dilakukan fermentasi jali dengan menggunakan ragi tape untuk meningkatkan sifat fungsional tepungnya. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama fermentasi (24, 48, dan 72 jam) jali pada proses pembuatan tepung terhadap karakteristik *cookies* dan roti tawar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *cookies* dan roti tawar perlakuan terbaik diperoleh pada perlakuan lama fermentasi 72 jam. *Cookies* perlakuan terbaik memiliki kadar air 4.07%, kadar protein 5.49%, dan daya patah 2.95 N. Sedangkan roti tawar perlakuan terbaik memiliki kadar protein 8.01%, tekstur 1.95 N, dan daya kembang 249.25%.

Kata kunci: *Cookies*, Jali, Lama fermentasi, Roti tawar, Tepung fermentasi

ABSTRACT

Jali (Coix lacryma jobi-L) is a cereal that has not been used optimally in Indonesia. Jali flour can be used as an alternative to wheat flour on cookies and white bread to reduce the uses of wheat flour in Indonesia. Cookies that made by jali flour has hard texture and sense of gritty. Used of jali flour for wheat flour substituent produced white bread with hard texture. Based on these problems, fermentation of jali using by tapai yeast is used to increase its flour functional properties. The objective of this study was to determine the effect of fermentation time (24, 48, 72 hours) of jali in flour production on physical and chemical characteristics of cookies and white bread. The results showed that cookies and white bread from jali flour with fermentation time of 72 hours is the best treatment. The best cookies has moisture content 4.07%, protein content 5.49%, and power broken 2.95 N. the best white bread has protein content 8.01%, texture 1.95%, and swelling power 249.25%.

Keywords: *Cookies*, Fermentation time, Fermented flour, Jali, White bread

PENDAHULUAN

Biskuit (*cookies*) dan roti tawar merupakan produk pangan yang populer di kalangan masyarakat Indonesia. Nilai konsumsi roti di Indonesia naik 25% pada 2010 menjadi US \$1.5 per orang/tahun dari konsumsi US \$1.2 per orang/tahun pada 2009 [1]. Berdasarkan data asosiasi industri, tahun 2012 konsumsi biskuit diperkirakan meningkat 5-8% didorong

oleh kenaikan konsumsi domestik. Bahan dasar dalam pembuatan biskuit dan roti tawar adalah tepung terigu dimana penggunaan tepung terigu mencapai 20-35% untuk roti dan 10-15% untuk biskuit dari total kebutuhan tepung terigu di Indonesia. Hal tersebut sangat mempengaruhi impor gandum yang merupakan bahan baku tepung terigu. Berdasarkan data Kementerian Perindustrian (2013), konsumsi tepung terigu nasional terus meningkat hingga semester I tahun 2013 mencapai 2.6 juta metrik ton.

Berdasarkan hal tersebut, upaya yang dapat dilakukan yaitu menciptakan produk biskuit dan roti tawar berbasis sumber pati lokal. Bahan baku yang dapat digunakan yaitu jali. Jali merupakan jenis sereal yang belum dimanfaatkan secara optimal di Indonesia, padahal tanaman ini sangat mudah ditanam, mudah beradaptasi dan tahan terhadap penyakit. Jali juga memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi terutama kandungan proteinnya yang lebih tinggi dari sereal lainnya dan setara dengan gandum yaitu sebesar 14% [2].

Pada penelitian ini, biskuit yang dibuat merupakan jenis *cookies*. *Cookies* yang terbuat dari tepung jali memiliki kelemahan yaitu tekstur yang keras dan terdapat rasa berpasir saat dikonsumsi. Hal itu terjadi karena jali memiliki struktur biji yang keras (adanya matriks pati dan protein) yang menyebabkan tekstur tepung jali kasar. Selain itu, kelemahan tepung jali jika diaplikasikan pada produk roti yaitu tidak terjadi pengembangan adonan. Hal tersebut terjadi karena jali merupakan sereal yang tidak memiliki protein pembentuk gluten, sehingga adonan tidak dapat mengembang dan menyebabkan tekstur roti keras. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan modifikasi pada proses pembuatan tepung jali untuk memperbaiki karakteristik produk yang dihasilkan khususnya dari segi fisik.

Metode yang dilakukan pada penelitian ini adalah fermentasi jali pada proses pembuatan tepung. Tekstur tepung termodifikasi lebih halus dibandingkan dengan tepung aslinya [3]. Pada proses fermentasi sereal, mikroorganisme yang tumbuh selama fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel sehingga terjadi pelunakan granula pati [4]. Oleh karena itu, dengan adanya mekanisme pelunakan sel ini diharapkan dapat menghasilkan tepung yang lebih halus sehingga rasa berpasir pada *cookies* dapat hilang dan kekerasan tekstur *cookies* menurun. Proses fermentasi juga dapat menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa meningkatnya kemampuan membentuk gel, daya rehidrasi, dan viskositas [4]. Dengan karakteristik tersebut diharapkan dapat membantu pembentukan gluten dari tepung terigu yang disubstitusi tepung jali terfermentasi serta menghasilkan adonan roti tawar yang elastis dan mudah mengembang.

Ragi tape merupakan starter yang digunakan dalam proses fermentasi tape. Ragi tape umumnya terdiri dari kapang, khamir, dan bakteri. Pembuatan tepung jagung dengan cara fermentasi ragi tape berdasarkan komposisi kimia, sifat fungsional tepung dan kualitas roti menghasilkan karakteristik yang terbaik dibandingkan menggunakan starter *L.brevis*, *L.casei*, *mocal* dan enzim transglutaminase [5]. Berdasarkan hal tersebut, pada penelitian ini dilakukan proses fermentasi dengan ragi tape (tape singkong).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh lama fermentasi (24, 48, dan 72 jam) jali pada proses pembuatan tepung terhadap karakteristik *cookies* dan roti tawar. Pada penelitian ini mengkaji lama fermentasi jali pada proses pembuatan tepung, untuk mengetahui waktu fermentasi yang optimal sehingga dapat menghasilkan *cookies* dan roti tawar dengan kualitas yang baik.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada proses pembuatan tepung terfermentasi antara lain biji jali yang diperoleh dari Pasar Senen Jakarta Pusat, ragi tape merk NKL yang diperoleh dari Pasar Blimbing Malang, dan air. Bahan yang digunakan untuk pembuatan *cookies* dan roti tawar adalah tepung jali fermentasi, tepung terigu “Cakra Kembar” dan “Segitiga Biru”, gula, telur, margarin, *baking powder*, garam, air, susu skim bubuk, *bread improver*, dan ragi merk “Fermipan”. Semua bahan biskuit dan roti tawar diperoleh dari Toko Prima Rasa Malang.

Bahan yang digunakan untuk analisis adalah aquades, *anthrone*, CaCO_3 , Pb Asetat, Na Oksalat, H_2SO_4 pekat, etanol, eter, PE, alkohol, HCl, NaOH, Nelson, arsenomolibdat, asam asetat, Iodine, tablet Kjeldahl, indikator PP, H_2BO_3 , indikator metil merah. Semua bahan-bahan kimia diperoleh dari Laboratorium Kimia dan Biokimia Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya dan Toko Kimia Makmur Sejati Malang.

Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan tepung fermentasi adalah timbangan analitik (*Ohaus*), baskom, loyang, saringan, blender (*Panasonic*), *plastic wrap*, sendok, pengering kabinet, dan ayakan 80 mesh. Alat yang digunakan untuk pembuatan *cookies* dan roti tawar adalah timbangan analitik (*Ohaus*), baskom, loyang, *mixer*, sendok, pisau, kain, *rolling pin*, cetakan, dan oven (*Kirin*).

Alat yang digunakan dalam analisis adalah *glassware*, timbangan analitik (*Denver Instrument*), desikator (*Nucelite*), oven listrik (*Memmert*), pipet ukur, pipet tetes, bola hisap, kompor listrik (*Maspion*), vortex (*Lw scientific*), spektrofotometer (*Labomed Inc*), kertas saring, kertas aluminium foil, *shaker*, labu Kjeldahl, soxhlet, *heating mantle* (*Barnstead*), tanur (*Furnace 47900*), cawan petri, cawan porselen, buret, statif, corong kaca, spatula, kertas tisu dan mesin *tensile strength* (*Imada*).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif dengan 1 faktor yang terdiri dari 3 level yaitu lama fermentasi (24, 48, dan 72 jam). Faktor tersebut dilakukan 2 kali ulangan sehingga didapatkan 6 satuan percobaan pada masing-masing produk. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

Penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu proses pembuatan *cookies* dan roti tawar, pembuatan tepung jali terfermentasi, dan penentuan konsentrasi ragi tape dan jarak waktu fermentasi. Penelitian utama bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi (24, 48, dan 72 jam) terhadap karakteristik fisik dan kimia *cookies* dan roti tawar yang dilakukan berdasarkan hasil dari penelitian pendahuluan.

Prosedur Analisis

Pengamatan dilakukan pada tepung jali perlakuan lama fermentasi dan *cookies* serta roti tawar perlakuan lama fermentasi. Parameter yang diamati pada tepung jali terfermentasi meliputi analisis kadar air [6], kadar protein [7], kadar pati [6], kadar amilosa [8], dan total gula [7]. Parameter yang diamati pada *cookies* meliputi kadar air, kadar protein, dan daya patah [8], sedangkan parameter yang diamati pada roti tawar meliputi kadar protein, tekstur [8], dan daya kembang [8].

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan berdasarkan parameter yang ditentukan menggunakan metode *Multiple Attribute*. Perlakuan terbaik selanjutnya dilakukan uji organoleptik menggunakan metode *Hedonic Scale Scoring* dan dibandingkan secara fisik, kimia, dan organoleptik dengan kontrol berupa produk berbasis tepung terigu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Tujuan penelitian pendahuluan ini adalah untuk mendapatkan metode dan proses yang optimal berdasarkan faktor-faktor yang berpengaruh sehingga dapat mendukung penelitian utama. Pengamatan dalam penelitian pendahuluan ini dilakukan dengan melihat parameter yang meliputi warna, rasa, dan tekstur secara kualitatif terhadap produk *cookies* dan roti tawar yang dihasilkan dari perlakuan yang diberikan.

1. Proses Pembuatan Cookies dan Roti Tawar

Pada percobaan pembuatan *cookies*, tepung yang digunakan sebagai bahan utama adalah tepung jali (tanpa penambahan tepung lain). Sedangkan pada percobaan pembuatan

roti tawar, dilakukan variasi proporsi tepung jali : tepung terigu yaitu 50:50; 40:60; dan 30:70. Kedua produk tersebut dibuat dengan proporsi relatif masing-masing bahan tambahan yang disesuaikan berdasarkan literatur.

Hasil dari penelitian tersebut yaitu menunjukkan adanya kelemahan dari tepung jali jika diaplikasikan pada produk *cookies* dan roti tawar. Biskuit yang terbuat dari tepung jali memiliki warna yang gelap dan tekstur berpasir saat dikonsumsi. Hal ini diduga karena jali memiliki struktur biji yang keras dimana proses perendaman dengan air pada tahap pembuatan tepung, tidak terjadi pelunakan sel secara sempurna sehingga menghasilkan *cookies* dengan tekstur berpasir (*gritty*). Selain itu, warna yang kurang cerah atau gelap diduga karena keberadaan protein yang menyebabkan proses pencoklatan saat pemanggangan. Kandungan protein yang lebih tinggi dapat menyebabkan *cookies* menjadi lebih cokelat, apabila protein pada tepung-tepungan bereaksi dengan gula pereduksi akan menyebabkan terjadinya reaksi *browning* atau pencoklatan membentuk senyawa *mellanoidin* [9].

Roti tawar yang dihasilkan dari semua proporsi memiliki tekstur yang masih bantat/keras. Pada biji jali tidak terdapat gluten, sehingga tidak akan terjadi pengembangan adonan saat pemanggangan [2]. Berdasarkan hal ini, tekstur bantat yang dihasilkan karena jali merupakan sereal yang tidak memiliki protein pembentuk gluten yang dapat menahan gas saat fermentasi *yeast* pada pembuatan roti, sehingga tidak terbentuk pori-pori dan menghasilkan roti yang bantat/keras. Volume, porositas, dan tekstur sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara pembentukan gas dan kemampuan menahan gas [10].

Berdasarkan hasil yang didapat, maka perlu dilakukan suatu strategi untuk menghasilkan produk *cookies* dan roti tawar yang baik sehingga dapat diterima konsumen dengan proporsi maksimum tepung jali pada masing-masing produk. Strategi yang dilakukan adalah fermentasi pada pembuatan tepung jali menggunakan ragi tape.

2. Pembuatan Tepung Jali Terfermentasi

Pada tahap pembuatan tepung jali fermentasi dilakukan variasi metode peragian untuk mendapatkan produk yang terbaik. Metode peragian yang dilakukan antara lain (1) perendaman biji jali dalam larutan ragi tape, (2) penaburan ragi tape pada biji jali kukus, dan (3) penaburan ragi tape pada tepung jali. Proses fermentasi pada masing-masing metode dilakukan pada waktu yang sama yaitu 24 jam dan konsentrasi ragi tape yang sama yaitu 1%. Tepung yang dihasilkan melalui masing-masing metode tersebut digunakan sebagai bahan dasar produk *cookies*.

Cookies yang dihasilkan dari metode (1) memiliki tekstur yang renyah dan rasa yang normal. Metode (2) menghasilkan *cookies* yang sangat keras dan berwarna sangat gelap, hal ini diduga karena perlakuan panas yang diberikan menyebabkan terjadinya retrogradasi setelah proses pengukusan biji jali dan setelah pemanggangan *cookies* sehingga menghasilkan *cookies* yang sangat keras. Amilosa memiliki kemampuan membentuk gel yang kokoh, pembentukan gel merupakan hasil penggabungan polimer-polimer pati setelah terjadinya proses pemanasan dan pada tahap retrogradasi (pendinginan) mengakibatkan daya patah *cookies* semakin kuat [11]. Metode [3] menghasilkan biskuit yang cenderung seperti biskuit dari tepung jali tanpa fermentasi, hal ini diduga karena kondisi fermentasi yang kering menyebabkan aktivitas mikroba pada ragi tape tidak berlangsung sempurna. Mikroba membutuhkan air untuk membantu fungsi-fungsi metabolik dan pertumbuhannya, yaitu sebagai sumber oksigen untuk bahan organik sel pada respirasi dan sebagai pelarut serta alat pengangkut dalam metabolisme [12]. Berdasarkan hasil yang didapatkan melalui metode peragian tersebut, maka dipilihlah metode peragian dengan perendaman ragi tape untuk digunakan pada penelitian utama.

Pada percobaan pembuatan roti tawar menggunakan tepung dengan metode fermentasi yang terbaik pada pembuatan *cookies*, selanjutnya dilakukan proses pembuatan dengan variasi proporsi tepung jali : tepung terigu yaitu 50:50; 40:60; dan 30:70. Dari ketiga variasi tersebut proporsi tepung 30:70 menghasilkan roti yang tidak bantat dan masih dapat diterima konsumen sehingga dipilih untuk digunakan pada penelitian utama. Berdasarkan

penelitian ini dapat diketahui bahwa fermentasi mempengaruhi karakteristik fisik produk cookies dan roti tawar.

3. Penentuan Konsentrasi Ragi Tape dan Jarak Waktu Fermentasi

Pada tahap fermentasi dalam pembuatan tepung jali sebagai bahan dasar biskuit dan roti tawar dilakukan kombinasi perlakuan antara variasi konsentrasi ragi tape (0.5%; 1%; 1.5%) dan lama fermentasi (12, 24, 36 jam) untuk mengetahui jarak waktu yang optimal dalam tahap fermentasi.

Konsentrasi ragi tape 0.5% dengan lama fermentasi 12, 24, dan 36 jam cenderung menghasilkan cookies yang masih berpasir dan roti tawar yang masih bantat, hal ini diduga karena aktivitas mikroba dalam ragi tape dengan konsentrasi 0.5% belum optimal dengan variasi lama fermentasi tersebut atau diperlukan waktu fermentasi yang lebih lama. Konsentrasi ragi tape 1% dengan lama fermentasi 12, 24, dan 36 jam cenderung menghasilkan cookies dan roti tawar yang normal. Konsentrasi ragi tape 1.5% dengan lama fermentasi 12, 24, dan 36 jam cenderung menghasilkan cookies dan roti tawar yang tidak berbeda dengan produk yang terbuat dari tepung dengan konsentrasi 1%. Sehingga untuk mengefektifkan biaya produksi dipilih konsentrasi ragi sebesar 1%. Dari hasil yang didapatkan, fermentasi dengan *range* waktu 12 jam tidak memberikan pengaruh yang nyata, sedangkan pada *range* waktu 24 memberikan perubahan pada sifat produk. Sehingga untuk penelitian selanjutnya dilakukan lama fermentasi pada pembuatan tepung pada waktu 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.

Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung jali terfermentasi. Tepung jali terfermentasi dianalisis sifat kimianya serta dibandingkan dengan data sifat kimia jali mentah. Hal ini dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi sifat kimia tepung jali terfermentasi saat pengolahan dengan data kuantitatif.

Tabel 1. Karakteristik Kimia Biji Jali dan Tepung Jali Terfermentasi

Parameter	Hasil Analisis Biji Jali (%)	Hasil Analisis Tepung Jali Terfermentasi (%)		
		24	48	72
Kadar Air	10.0	3.77	3.41	3.33
Kadar Protein	8.64	7.70	6.59	5.69
Kadar Pati	69.74	66.53	65.64	57.95
Kadar Amilosa	22.59	26.33	27.28	29.06
Total Gula	10.84	12.45	14.71	24.17

Hasil analisis merupakan rerata dua kali ulangan

Kadar air tepung jali (3.33-3.77%) lebih rendah dibandingkan kadar air biji jali (10%). Hal ini disebabkan adanya perlakuan fermentasi dimana selama fermentasi terjadi perubahan air terikat menjadi air bebas yang mudah menguap. Sebelum fermentasi sebagian molekul air membentuk hidrat dengan molekul lain yang mengandung atom oksigen, nitrogen, karbohidrat, protein, garam, dan senyawa organik lainnya sehingga air sukar diuapkan, sedangkan saat fermentasi berlangsung, enzim-enzim mikroba memecah karbohidrat, protein, garam, dan senyawa organik lainnya sehingga air yang terikat berubah menjadi air bebas [13]. Air bebas ini yang nantinya akan menguap saat proses pengeringan sehingga kadar air bahan menurun. Penurunan kadar air juga dipengaruhi oleh proses pengeringan dalam pembuatan tepung. Proses pengeringan adalah cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan pangan dengan mengeluarkan energi panas, sehingga yang tertinggal hanya padatan dari bahan.

Kadar protein tepung jali (5.69-7.7%) lebih rendah dibandingkan kadar protein biji jali (8.64%). Hal ini disebabkan perlakuan fermentasi karena adanya mikroba yang bersifat proteolitik khususnya *Rhizopus sp* yang terdapat di dalam starter ragi tape, dimana akibat enzim protease terjadi reaksi pemecahan protein menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Pecahnya protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana memungkinkan senyawa-senyawa tersebut untuk semakin terdegradasi baik larut air maupun karena menguap [14]. Selain fermentasi, adanya perlakuan panas yaitu pengeringan saat proses pembuatan tepung juga menurunkan kadar protein. Pemanasan protein dapat menyebabkan berbagai reaksi diantaranya denaturasi, kehilangan aktivitas enzim, perubahan kelarutan dan hidrasi, perubahan warna, derivatisasi residu asam amino, *cross linking*, pemutusan ikatan peptida, dan pembentukan senyawa secara sensori aktif [8].

Kadar pati tepung fermentasi lebih rendah (66.53-57.95%) dibandingkan dengan biji jali (69.74%). Penurunan ini disebabkan oleh perlakuan fermentasi dimana adanya mikroba yang menghasilkan amilase pada ragi tape yaitu *Rhizopus sp* dan *Aspergillus sp* sehingga terjadi pemecahan pati menjadi gula-gula sederhana. Selama proses fermentasi sereal akan terjadi penurunan pati karena adanya pemecahan pati yang dilakukan oleh mikroba atau enzim yang terkandung dalam bahan [15]. Mikroba mengubah pati menjadi gula dalam usahanya untuk memperoleh energi untuk pertumbuhan dan aktivitasnya [16]. Senyawa pati yang terukur merupakan sisa senyawa pati yang tidak dirombak oleh enzim yang dihasilkan oleh kapang dan khamir seperti amilase, amiloglukosidase, isoamilase, dan maltase menjadi gula.

Kadar amilosa tepung fermentasi lebih tinggi (26.33-29.06%) dibandingkan dengan biji jali (22.59%). Hal ini disebabkan putusannya rantai cabang amilopektin pada ikatan α -1.6 glikosida dan terjadi pembentukan amilosa baru akibat aktivitas enzim saat fermentasi. Jenis bakteri asam laktat dapat menghasilkan enzim amilase dan pullulanase. Pada proses fermentasi, terjadi perombakan pati oleh mikroba seperti *Bacillus sp* yang menghasilkan enzim pullulanase [17]. Pelepasan cabang (*debranching*) amilopektin oleh enzim pullulanase menghasilkan polimer glukosa rantai lurus yang merupakan amilosa dengan derajat polimerisasi (DP) lebih kecil. Enzim ini dapat digunakan untuk mendegradasi ikatan cabang 1.6 glikosida pada amilopektin dan telah digunakan untuk menghasilkan amilosa yang tinggi [18]. Diduga mikroba yang menghasilkan enzim pullulanase lebih tinggi dibandingkan dengan mikroba yang menghasilkan amilase sehingga jumlah amilopektin yang dipecah menjadi amilosa lebih besar daripada amilosa yang dipecah menjadi gula sederhana dan menyebabkan kadar amilosa tepung lebih tinggi [19].

Total gula tepung fermentasi lebih tinggi (12.45-24.17%) dibandingkan dengan biji jali (10.84%). Peningkatan total gula pada tepung fermentasi dibandingkan dengan biji disebabkan pada proses fermentasi terjadi pemecahan pati menjadi gula sederhana akibat aktivitas enzim amilase yang dihasilkan oleh mikroba yang terdapat dalam ragi tape khususnya *Rhizopus sp* dan *Aspergillus sp*. Analisis total gula yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan metode anthrone dimana gula yang terukur berupa gula pereduksi maupun gula non pereduksi. Gula-gula sederhana tersebut terakumulasi dan terhitung sebagai total gula. Peningkatan total gula disebabkan oleh aktivitas mikroba amilolitik yang menghidrolisis pati menjadi glukosa, maltosa, maltotriosa, dan dekstrin [20]. Diduga aktivitas hidrolisis pati oleh mikroba amilolitik lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas bakteri asam laktat yang memanfaatkan gula-gula tersebut menjadi asam organik, sehingga total gula yang terukur lebih tinggi [21].

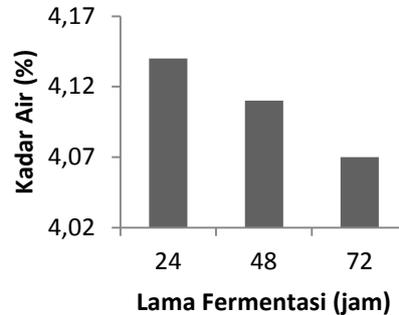
Karakteristik Fisik dan Kimia Cookies

Kadar Air

Hasil kadar air *cookies* berbahan tepung fermentasi 24, 48, dan 72 jam yaitu 4.14; 4.11; 4.07 N. Semakin lama fermentasi, maka kadar air *cookies* semakin menurun karena dipengaruhi oleh kadar air tepung fermentasi sebelum diolah menjadi *cookies*.

Pada Gambar 1 dapat dilihat terjadi penurunan kadar air *cookies* seiring lama fermentasi. Penurunan tersebut karena selama fermentasi terjadi perubahan air terikat menjadi air bebas yang mudah menguap. Sebelum fermentasi sebagian molekul air membentuk hidrat dengan molekul lain yang mengandung atom oksigen, nitrogen, karbohidrat, protein, garam, dan senyawa organik lainnya sehingga air sukar diuapkan, sedangkan saat fermentasi berlangsung, enzim-enzim mikroba memecah karbohidrat,

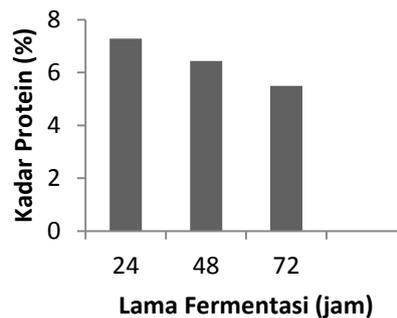
protein, garam, dan senyawa organik lainnya sehingga air yang terikat berubah menjadi air bebas [13]. Air bebas ini yang nantinya akan menguap saat proses pengeringan sehingga kadar air bahan menurun. Semakin lama fermentasi maka semakin tinggi aktivitas enzim dalam memecah ikatan air terikat menjadi air bebas dan mempengaruhi penurunan kadar air *cookies*.



Gambar 1. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Air Cookies

Kadar Protein

Hasil kadar protein *cookies* berbahan tepung fermentasi 24, 48, dan 72 jam yaitu 7.28; 6.43; 5.49 N. Semakin lama fermentasi, maka kadar protein *cookies* semakin menurun karena dipengaruhi oleh kadar protein tepung fermentasi sebelum diolah menjadi *cookies*.

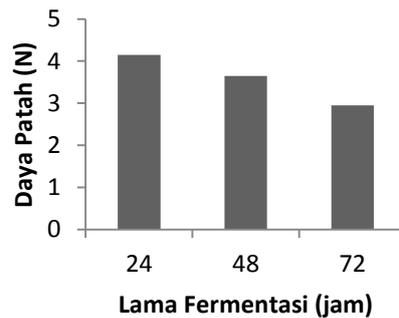


Gambar 2. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein Cookies

Pada Gambar 2 dapat dilihat terjadi penurunan kadar protein *cookies* seiring lama fermentasi. Hal ini disebabkan perlakuan fermentasi karena adanya hidrolisis protein menjadi senyawa sederhana oleh mikroba yang ada dalam starter ragi tape khususnya *Rhizopus sp* yang menghasilkan enzim protease. Sehingga semakin lama fermentasi tepung jali, maka semakin tinggi aktivitas enzim protease dalam memecah molekul protein dengan menghidrolisis ikatan peptida menjadi senyawa yang lebih sederhana. Pecahnya protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana memungkinkan senyawa-senyawa tersebut untuk semakin terdegradasi baik larut air maupun karena menguap [14]. Selain itu, metode fermentasi yang digunakan adalah perendaman yang dapat menurunkan kadar protein larut air. Kadar protein semakin menurun dengan semakin lama waktu perendaman. Hal ini disebabkan perendaman yang lama juga mengakibatkan lunaknya struktur sel, mengakibatkan air lebih mudah masuk ke dalam struktur sel dan terjadi putusannya ikatan struktur protein sehingga protein terlarut dalam air [22]. Berdasarkan hal tersebut, maka terjadi penurunan kadar protein *cookies* seiring lamanya waktu fermentasi tepung jali.

Daya Patah

Hasil daya patah *cookies* berbahan tepung jali fermentasi 24, 48, 72 jam yaitu 4.15; 3.65; dan 2.95 N. Semakin lama fermentasi tepung sebagai bahan bakunya, maka semakin rendah energi yang dibutuhkan untuk mematahkan *cookies*.



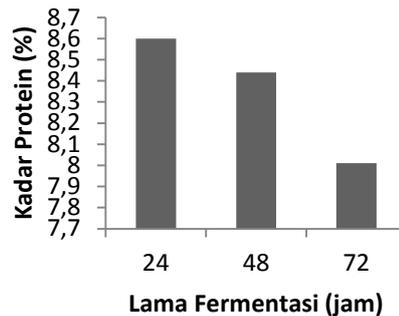
Gambar 3. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Daya Patah Cookies

Pada Gambar 3 dapat dilihat terjadi penurunan daya patah cookies seiring lama fermentasi. Penurunan nilai daya patah diduga disebabkan oleh makin menurunnya kadar air. Biskuit merupakan jenis makanan kering, sehingga kadar air sangat menentukan mutu dari biskuit, jika kadar air melebihi 10% dapat mengakibatkan tekstur biskuit kurang renyah [23]. Hal tersebut karena dengan keberadaan air, pati akan berikatan dengan air dan terjadi gelatinisasi yang terjadi saat proses pemanggangan, saat adonan didinginkan terjadi proses retrogradasi yaitu pati yang tergelatinisasi akan saling berikatan dan terjadi kristalisasi. Ikatan-ikatan inilah yang menghasilkan matriks yang kuat dan menyebabkan cookies semakin keras. Berdasarkan hal tersebut, penurunan kadar air akibat semakin lama fermentasi dapat menurunkan daya patah cookies dan mendapatkan kerenyahan yang semakin baik. Kerenyahan (*crispness*) dan keremahan (*cruchiness*) akan menurun dan kekerasan (*hardness*) akan meningkat selama kadar air produk meningkat [24].

Selain itu, kadar protein cookies juga dapat mempengaruhi daya patahnya. Hal ini disebabkan karena penggumpalan protein saat pemanasan atau saat dipanggang sehingga menyebabkan biskuit lebih sulit dipatahkan. Perubahan tekstur dapat disebabkan oleh hilangnya kandungan air atau lemak, pecahnya emulsi, hidrolisis karbohidrat dan koagulasi atau hidrolisis protein. Pemanasan pada produk pangan dapat mengakibatkan protein terdenaturasi, kehilangan kemampuannya dalam mengikat air, lemak meleleh dan terdispersi ke seluruh makanan. Permukaan kering dan tekstur menjadi semakin keras bersamaan dengan terbentuknya lapisan kerak yang berpori oleh koagulasi, degradasi, dan pirolisis pasial dari protein [25]. Protein yang terdenaturasi akan mempengaruhi gugus reaktifnya, sehingga gugus reaktifnya akan membuka dan kemudian terjadi pengikatan kembali antara gugus reaktif yang berdekatan. Bila unit ikatan yang terbentuk cukup banyak sehingga protein tidak lagi terdispersi sebagai suatu koloid, maka protein tersebut mengalami koagulasi [26]. Akibat koagulasi atau penggumpalan protein tersebut diduga dapat menyebabkan tekstur atau daya patah cookies menjadi lebih tinggi.

Karakteristik Fisik dan Kimia Roti Tawar Kadar Protein

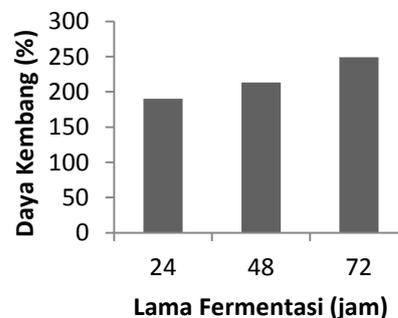
Hasil kadar protein roti tawar substitusi tepung jali fermentasi 24, 48, dan 72 jam yaitu 8.60; 8.44; 8.01%. Semakin lama fermentasi, maka kadar protein roti tawar semakin menurun karena dipengaruhi oleh kadar protein tepung fermentasi sebelum diolah menjadi roti tawar. Pada Gambar 4 dapat dilihat terjadi penurunan kadar protein roti tawar seiring lama fermentasi. Tidak berbeda dengan cookies, penurunan kadar protein pada roti tawar disebabkan perlakuan fermentasi karena adanya hidrolisis protein menjadi senyawa sederhana oleh mikroba yang ada dalam starter ragi tape khususnya *Rhizopus sp* yang menghasilkan enzim protease dan pelunakan struktur sel yang mengakibatkan putus ikatan protein sehingga protein terlarut dalam air.



Gambar 4. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein Roti Tawar

Daya Kembang

Hasil daya kembang roti tawar substitusi tepung jali fermentasi 24, 48, dan 72 jam adalah 190.18; 213.005; dan 249.25%. Semakin lama fermentasi jali, maka daya kembang roti semakin meningkat.



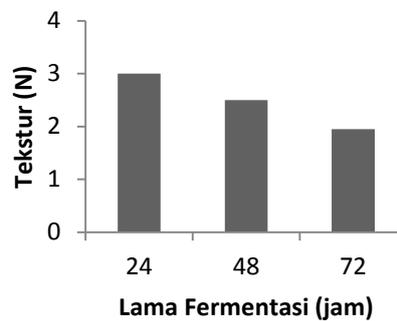
Gambar 5. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Daya Kembang Roti Tawar

Pada Gambar 5 dapat dilihat terjadi peningkatan daya kembang roti seiring lama fermentasi. Hal ini disebabkan oleh kenaikan total gula pada tepung jali seiring lamanya fermentasi. Selama fermentasi, pati terpecah menjadi gula, kenaikan gula yang tinggi diduga dapat memperbaiki sifat pati dari tepung sehingga adonan lebih mengembang. Hal itu karena gula yang terdapat pada tepung akan menjadi tambahan nutrisi *yeast* saat fermentasi roti yang menghasilkan karbon dioksida untuk pengembangan roti. Pada penelitian ini, fermentasi pada pembuatan tepung yang dilakukan menggunakan ragi tape dimana di dalam ragi tape terdapat mikroba *Aspergillus sp* dan *Rhizopus sp* yang menghasilkan enzim amilase untuk memecah pati menjadi gula sederhana. Amilase berperan dalam fermentasi *yeast* pada adonan roti dengan meningkatkan jumlah gula dalam adonan sehingga meningkatkan volume pengembangan [27].

Pengembangan volume juga dapat dipengaruhi oleh kadar amilosa tepung yang digunakan. Semakin lama fermentasi, maka kadar amilosa tepung jali semakin meningkat. Kadar amilosa yang tinggi akan meningkatkan absorpsi air. Amilosa mempunyai struktur yang lurus dan rapat sehingga mudah menyerap air dan mudah untuk melepaskannya kembali saat diberi perlakuan panas [28]. Daya serap air yang tinggi pada tepung akan membantu pembentukan gluten saat proses pencampuran (*mixing*). Pada pembuatan roti, gluten terbentuk karena adanya air yang ditambahkan sehingga adonan dapat menahan gas yang terbentuk dengan baik. Berdasarkan hal tersebut, kemampuan tepung untuk mengikat air dapat mempengaruhi sifat-sifat adonan. Tepung yang mengikat sedikit air akan menghasilkan adonan yang tidak elastis dan kaku, sedangkan tepung daya ikat air yang baik akan menghasilkan adonan yang elastis dan mudah mengembang.

Tekstur

Hasil tekstur roti tawar substitusi tepung jali fermentasi 24, 48, 72 jam yaitu 3.0; 2.5; dan 1.95 N. Semakin lama fermentasi tepung sebagai bahan bakunya, maka semakin rendah nilai tekstur yang berarti semakin empuk roti yang dihasilkan.



Gambar 6. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Tekstur Roti Tawar

Pada Gambar 6 dapat dilihat bahwa terjadi penurunan tekstur roti seiring lama fermentasi. Perbedaan tekstur atau tingkat kekerasan roti dapat dipengaruhi oleh volume pengembangannya. Semakin tinggi volume pengembangan roti tawar, maka teksturnya semakin empuk. Volume roti tawar yang baik memiliki pengembangan yang diinginkan karena terbentuknya gas yang cukup selama fermentasi dan ditahan oleh gluten sehingga saat pemanggangan terbentuk struktur roti yang berpori. Adanya pori-pori dalam roti tawar menyebabkan teksturnya menjadi lunak. Pembentukan gas pada proses fermentasi sangat penting karena gas yang dihasilkan akan membentuk struktur seperti busa, sehingga aliran panas kedalam adonan dapat berlangsung cepat pada saat *baking*. Panas yang masuk kedalam adonan akan menyebabkan gas dan uap air terdesak ke luar dari adonan, sementara terjadi proses gelatinisasi pati sehingga terbentuk struktur yang *frothy* (porous seperti busa) dan menyebabkan tekstur roti lebih lembut [29].

Perlakuan Terbaik

Pemilihan perlakuan terbaik pengaruh lama fermentasi biji jali terhadap mutu *cookies* dan roti tawar dihitung dengan menggunakan metode *Multiple Attribute* [30] dengan asumsi semua parameter dianggap penting atau bobot semua parameter sama. Perlakuan terbaik dipilih berdasarkan tingkat kerapatannya, Perlakuan yang memiliki jarak kerapatan terkecil dinyatakan sebagai perlakuan terbaik.

Tabel 2. Karakteristik Fisik dan Kimia Cookies dan Roti Tawar Perlakuan Terbaik dan Perbandingannya dengan Kontrol

Parameter	Cookies Jali	Cookies Kontrol	Parameter	Cookies Jali	Cookies Kontrol
Kadar Air (%)	4/07	3.83	Daya Patah (N)	2.95	11.85
Kadar Abu (%)	0.63	0.75	Organoleptik		
			-Warna	5.35	5.67
			-Aroma	5.82	5.20
			-Tekstur	5.17	5.02
			-Rasa	5.82	5.30
Kadar Protein (%)	5.49	8.32	Kadar	48.53	44.66
Kadar Lemak (%)	41.28	42.40	Karbohidrat (%)		
			Total Kalori (Kal/100g)	587.6	593.657

Hasil perhitungan analisis pemilihan perlakuan terbaik menunjukkan bahwa lama fermentasi biji jali selama 72 jam menghasilkan karakteristik *cookies* dan roti tawar yang terbaik. *Cookies* dan roti tawar perlakuan terbaik selanjutnya dianalisis sifat fisik, kimia, dan organoleptiknya serta dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 3. Karakteristik Fisik dan Kimia Roti Tawar Perlakuan Terbaik dan Perbandingannya dengan Kontrol

Parameter	Roti Tawar Substitusi Jali	Roti Tawar Kontrol
Kadar Air(%)	34.82	37.44
Kadar Abu (%)	0.23	0.26
Kadar Protein (%)	8.01	9.32
Kadar Lemak (%)	8.45	10.83
Kadar Karbohidrat (%)	48.49	42.18
Total Kalori (Kal/100g)	302.05	303.51
Tekstur (N)	1.95	1.5
Daya kembang Organoleptik	249.25	303.21
-Warna	5.02	6.0
-Aroma	5.05	5.1
-Tekstur	5.1	5.9
-Rasa	5.27	5.62

SIMPULAN

Perlakuan lama fermentasi biji jali pada proses pembuatan tepung berpengaruh terhadap kadar air, kadar protein dan daya patah *cookies* jali, serta berpengaruh terhadap kadar protein, daya kembang, dan tekstur roti tawar substitusi tepung jali.

Cookies dan roti tawar terbaik diperoleh dari perlakuan lama fermentasi 72 jam. *Cookies* perlakuan terbaik memiliki karakteristik kadar air 4.07%; kadar protein 5.49%; daya patah 2.95 N. Roti tawar perlakuan terbaik memiliki karakteristik kadar protein 8.01%; daya kembang 249.25%; tekstur 1.95 N.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Anonim^a, 2012. Konsumsi Roti. <http://library.binus.ac.id/eColls/eThesisdDoc/Bab1/2012-1-00093-MN%20Bab1001.pdf>. Tanggal akses: 20/07/2014
- 2) Grubben, G. J. H., and S. Partohardjono. 1996. Plant Resources of South East Asia. Prosea. Bogor
- 3) Richana, N. dan Suarni. 2007. Teknologi Pengolahan Jagung. In Sumarno *et.al.* Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. P: 386-409
- 4) Subagio, A. 2006. Ubi Kayu Substitusi Berbagai Tepung-Tepungan. Food Review 1(3):18:21
- 5) Richana, Nur, Agus Budiyanoto, Ira Mulyawati. 2010. Pembuatan Tepung Jagung Termodifikasi dan Pemanfaatannya Untuk Roti. Prosiding Pekan Serealia Nasional. Balai Besar Litbang Pascapanen
- 6) Sudarmadji, Slamet, Bambang Haryono, dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta

- 7) AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. AOAC. Washington DC. USA
- 8) Apriyantono, A., Dedi F., Sedarnawati, Slamet, B., Ni Luh P. 1986. *Penuntun Praktikum Analisis Pangan*. Jurusan Teknologi Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal 99
- 9) Azizah, Nur Afifah, Tantan Widiyantara, dan Sumartini. 2013. Kajian Perbandingan Tepung Mocaf (*Modified cassava Flour*) yang Disubstitusikan Tepung Kacang Koro Pedang dan Lama Pemanggangan dalam Pembuatan Cookies. <http://digilib.unpas.ac.id/files/dosk1/63/jbptunpaspp-gdl-nurafifa-3135-1-artikel.docx>. Tanggal akses: 17/06/2014
- 10) Wijayanti, Yovita Roessalina. 2007. Substitusi Tepung gandum (*Triticum aestivum*) Dengan Tepung Garut (*Maranta arundinaceae L.*) Pada Pembuatan Roti Tawar. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. UGM. Yogyakarta
- 11) Stauffer, S. 1999. *Functional Additives for Bakery Foods*. ABL. New York
- 12) Waluyo, Lud. 2004. *Mikrobiologi Umum*. UMM Press. Malang
- 13) Meyer, L.H. 1996. *Food Chemistry*. Teinhold Publishing Co. New York
- 14) Reddy, N.R. and M.D. Pierson. 1994. Reduction in Antrinitritional and Toxic Components in Plant Food By Fermentation. *Food Research International*. 27, 281
- 15) Andriani, Fatma. 2006. Pengaruh Proporsi Tepung Gapek dan Tepung Kacang Merah Serta Lama Fermentasi Terhadap Sifat Fisik Kimia Biskuit. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- 16) Fatimah, Ferbrina L.G., dan R.G. Lina . 2013. Kinetika Reaksi Fermentasi Alkohol dari Buah Salak. Departemen Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara. Medan
- 17) Nair, S.U., Singhal, R.S., and M.Y. Kamat. 2006. Enhanced Production of Thermostable Pullulanase Type 1 Using *Bacillus cereus* FDTA 13 and Its Mutant. *Food Technol.* 44, 275-282
- 18) Chen, Z. 2003. *Phycochemical Properties of Sweet Potato Starches and Their Application in Noodle Products*. Disertasi. Wageningen University. Belanda
- 19) Akbar, M.R., dan Yuniarta. 2013. Pengaruh Lama Perendaman $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ dan Fermentasi Ragi Tape Terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Jagung. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 2:2, 91-102
- 20) Steinkraus, K.H. 1983. *Studies of Tempeh an Indonesia Fermented Food*. Food Res.
- 21) Windhiarti, Kama. 2012. Karakterisasi Tepung Jagung (*Zea mays L*) Terfermentasi Menggunakan Kultur Campuran Bakteri Asam Laktat. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- 22) Anglemier, A. E. and M.W. Montgomery. 1976. *Amino Acids, Peptides, and Protein*. Mercil Decker Inc. New York.
- 23) Fatma, W., N. Zainuddin, L. Yacobus, A. Rohani, R. Baso, M. Aziz dan Anwar. 1986. *Penelitian Teknologi Pembuatan Biskuit dan Mie*. Departemen Perindustrian. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri. Makassar
- 24) Gaines, C.S. 1994. *Objective Assessment of Cookie and Cracker Tecture*. The Science of Cookie and Cracker Production. Chapman and Hall. New York
- 25) Fellows, P. J. 2000. *Food Processing Tecnology, Principles and Practice*. Woodhead Publishing Ltd. Cambridge
- 26) Kurniawati, Elya. 2007. *Pembuatan Biskuit dan Crackers Bebas Gluten dan Bebas Kasein Bagi Penderita Autism (Kajian Proporsi Pati Garut : Tepung Kacang Hijau : Tapioka)*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- 27) Goesaert, H., Slade, L., Levine, H., Delcour, J.A. 2009. Amylases ad Bread Firming-an Integrated View. *Journal of Cereal Science*, 50, 345-352
- 28) Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- 29) Antara, Nyoman Semadi. 2012. *Pengendalian Proses Fermentasi Dalam Pengolahan Roti*. <http://staff.unud.ac.id/semadiantara/wp-content/uploads/2012/09/FermentasiRoti.pdf>. Tanggal akses: 10/06/2014
- 30) Zeleny, M. 1982. *Multiple Criteria Decision Making*. McGraw Hill. New York