

**PENGARUH KONSENTRASI RAGI TAPE DAN LAMA FERMENTASI
PADA TEPUNG SORGUM PUTIH (*Sorghum bicolor (L.) Moench*)
MODIFIKASI**

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana
Program Studi Teknologi Pangan*

Oleh:

**Anidah Putri
17.30.20.062**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2021**

**PENGARUH KONSENTRASI RAGI TAPE DAN LAMA FERMENTASI
PADA TEPUNG SORGUM PUTIH (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
MODIFIKASI**

Lembar Pengesahan

TUGAS AKHIR

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana
Program Studi Teknologi Pangan*



Pembimbing I

(Prof. Dr.Ir. Wisnu Cahyadi, M.Si.)

Pembimbing II

(Jaka Rukmana, S.T., M.T.)

**PENGARUH KONSENTRASI RAGI TAPE DAN LAMA FERMENTASI
PADA TEPUNG SORGUM PUTIH (*Sorghum bicolor* (L.) Moench)
MODIFIKASI**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana
Program Studi Teknologi Pangan*



**Koordinator Tugas Akhir
Program Studi Teknologi Pangan
Fakultas Teknik
Universitas Pasundan**

Yellianty
(Yellianty, S.Si., M.Si)

ABSTRAK

Tepung terigu sebagai bahan utama dalam produk olahan pangan salah satunya adalah roti. Tingginya konsumsi gandum di Indonesia yang mengakibatkan pemerintah harus mengimpor dari negara penghasil gandum. Penggantian terigu dengan tepung sorgum dilakukan karena sorgum merupakan sumber karbohidrat yang tinggi. Modifikasi tepung sorgum secara fermentasi dari berbagai jenis mikroorganisme pada ragi tape akan menghasilkan enzim amilase yang dapat mengubah pati menjadi glukosa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ragi tape dengan lama fermentasi pada tepung sorgum modifikasi yang dihasilkan. Manfaat yang diharapkan pada hasil penelitian ini adalah untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap beras dan gandum.

Rancangan perlakuan pada penelitian ini adalah pengujian terhadap tepung sorgum modifikasi dengan menganalisa respon kimia dan fisik terhadap masing-masing pengaruh konsentrasi ragi tape 2%, 4% dan 6% dan lama fermentasi 24 jam, 48 jam dan 72 jam, serta dilakukan perhitungan dengan Rancangan Acak Kelompok faktorial (RAK) 3x3 dengan 3 kali pengulangan. Respon dalam penelitian ini meliputi respon kimia yaitu kadar air, kadar protein, kadar pati dan kadar amilosa. Respon fisik yang dilakukan yaitu daya serap air. Perlakuan terpilih dilakukan menggunakan uji skoring metode statistika. Perlakuan sampel terpilih akan diaplikasikan ke proses pembuatan roti manis.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaruh konsentrasi ragi tape berpengaruh terhadap kadar air, kadar protein, kadar pati, kadar amilosa dan daya serap air. Lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar air, kadar pati, kadar amilosa dan daya serap air. Interaksi konsentrasi ragi tape dengan lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar pati dan kadar amilosa. Hasil penelitian perlakuan terpilih dengan perlakuan k_3f_3 dengan konsentrasi ragi tape 6% dan lama fermentasi 72 jam. Pengaplikasian tepung sorgum modifikasi terhadap produk roti manis memiliki kadar air 20.32%, kadar abu 2.74%, kadar protein 9.5%, kadar karbohidrat 65.4% dan kadar lemak 3.13%. Pengaplikasian tepung sorgum modifikasi pada produk roti manis dapat diterima oleh panelis dalam atribut warna dan aroma.

Kata Kunci : Sorgum, Modifikasi, Fermentasi.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Identifikasi Masalah	6
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian.....	6
1.5. Kerangka Pemikiran.....	7
1.6. Hipotesis Penelitian.....	19
1.7. Tempat dan Waktu Penelitian	19
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	20
2.1. Sorgum (<i>Sorghum bicolor L.</i>)	20
2.1.1. Klasifikasi Sorgum (<i>Sorghum bicolor L.</i>).....	20
2.1.2. Sifat Fisik dan Kandungan Gizi Sorgum (<i>Sorghum bicolor L.</i>).....	21
2.2. Tepung Modifikasi.....	25
2.3. Ragi Tape	27
2.4. Fermentasi	29
2.4.1. Metode Fermentasi.....	31
2.5. Roti.....	34
2.5.1. Roti Manis.....	35
2.5.2. Bahan Baku Roti Manis	36
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	45
3.1. Bahan dan Alat Penelitian	45
3.1.1. Bahan Penelitian.....	45

3.1.2.	Alat Penelitian.....	45
3.2.	Rancangan Penelitian	46
3.2.1.	Rancangan Penelitian Utama	46
3.2.2.	Rancangan Perlakuan	48
3.2.3.	Rancangan Percobaan	49
3.2.4.	Rancangan Analisis.....	51
3.2.5.	Respon Penelitian.....	53
3.3.	Deskripsi Penelitian.....	54
3.3.1.	Deskripsi Penelitian Utama.....	54
3.4.	Rancangan Penentuan Sampel Terpilih.....	61
IV.	PEMBAHASAN	64
4.1.	Penelitian Utama.....	64
4.1.1.	Respon Kimia.....	64
4.1.2.	Respon Fisik.....	74
4.2.	Penentuan Sampel Terpilih.....	77
4.2.	Penelitian Lanjutan.....	78
4.2.1	Kadar Air.....	79
4.2.2.	Kadar Abu	80
4.2.3.	Kadar Protein	81
4.2.4.	Kadar Karbohidrat.....	82
4.2.5.	Kadar Lemak.....	84
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	89
5.1.	Kesimpulan	89
4.2.	Saran.....	91
	DAFTAR PUSTAKA	92
	LAMPIRAN.....	100

I. PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan mengenai: (1.1) Latar Belakang, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Pemikiran, (1.6) Hipotesis Penelitian, dan (1.7) Tempat dan Waktu Penelitian.

1.1. Latar Belakang

Produk olahan pangan di Indonesia pada masa ini mengalami perkembangan yang sangat pesat. Hal ini disebabkan oleh perubahan gaya hidup masyarakat yang ingin serba praktis, tidak memerlukan persiapan yang lama dan mengandung zat gizi yang baik. Produk olahan yang banyak digemari masyarakat di Indonesia antara lain : biskuit, mie, *cookies* dan roti.

Roti merupakan salah satu bahan pangan yang dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat selain nasi dan mie (Justicia *et al.*, 2012) dan merupakan salah satu makanan pokok yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia (Arlene *et al.*, 2009). Keunggulan dari roti diantaranya adalah praktis, mudah untuk dikonsumsi kapan saja dan dimana saja, bergizi serta dapat diperkaya dengan gizi lainnya sehingga baik dikonsumsi untuk kalangan anak-anak, remaja hingga dewasa. Jenis roti yang ada saat ini sangat beragam. Roti dibedakan menjadi roti tawar dan roti manis atau roti isi. Bahan utama dalam pembuatan roti adalah menggunakan tepung terigu dengan kandungan gluten atau protein gandum yang tinggi (Saepudin *et al.*, 2017).

Tepung terigu sebagai bahan utama dalam pembuatan roti memiliki peranan besar dalam tingkat pengembangan roti. Tingginya konsumsi roti akan meningkatkan konsumsi gandum di Indonesia. Sementara itu, gandum adalah tanaman yang belum dapat tumbuh di daerah subtropis, sehingga tidak dapat dibudidayakan di Indonesia. Hal ini mengakibatkan pemerintah harus mengimpor dari negara penghasil gandum. Menurut Subagjo (2007), setiap tahunnya volume impor gandum Indonesia rata-rata sekitar 7 juta ton atau senilai Rp 30 Triliun bahkan pada tahun 2014 mencapai 7,43 juta ton dengan komposisi tepung terigu impor sebesar 762.515 ton.

Ketergantungan bahan baku industri pengolahan pangan pada produk tepung terigu sangat besar. Gandum belum dapat digantikan dengan produk lokal. Berdasarkan data dari Disperindag, konsumsi tepung terigu tahun 2011 mencapai 4,6 juta ton. Tingginya konsumsi tepung terigu di Indonesia sebaiknya dapat dikurangi dengan menggantinya dengan komoditas lokal sehingga dapat menggerakkan roda perekonomian rakyat Indonesia khususnya sektor pertanian. Salah satu alternatif pemecahan masalah ini adalah menggantinya dengan sorgum.

Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) merupakan tanaman yang termasuk dalam famili *Gramineae*. Pemanfaatan sorgum untuk memenuhi kebutuhan pangan di Indonesia masih sangat jarang dan belum optimal penggunaannya, kebanyakan sorgum hanya digunakan sebagai pakan ternak. Sorgum sangat cocok dijadikan sebagai komoditas agroindustri karena ketahanannya yang tinggi pada komoditas kering, daya adaptasi terhadap lahan tinggi, dan biaya produksi yang rendah. Disamping itu, belum banyak produk makanan yang kreatif dan menarik dengan menggunakan bahan sorgum, hal ini

dikarenakan kurangnya pengetahuan masyarakat Indonesia tentang pemanfaatan sorgum. Menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2010) potensi sorgum di Indonesia sangat melimpah dengan jumlah produksi sekitar 18 ton/ha/tahun (Suarni, 2012).

Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) merupakan sumber sereal kelima di dunia setelah beras, jagung, gandum dan *barley* yang memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi sebagai sumber karbohidrat, protein, vitamin dan beberapa mineral penting (Ibrahim, et.al., 2005). Sorgum dapat dimanfaatkan menjadi berbagai olahan, salah satunya dapat dijadikan tepung. Tepung yang berasal dari sorgum dapat digunakan menjadi produk yang memiliki nilai tambah tinggi. Penggantian terigu dengan tepung sorgum dilakukan karena sorgum merupakan sumber karbohidrat yang tinggi. Sorgum (*Sorghum bicolor L.*) merupakan komoditas sumber karbohidrat yang cukup potensial karena kandungan karbohidratnya cukup tinggi, yaitu sekitar 73 g/100 g bahan (Sirappa, 2005). Berdasarkan bentuk dan ukurannya, biji sorgum digolongkan sebagai biji sorgum berukuran kecil (8-10 mg), sedang (12-24 mg), dan besar (25-35 mg), kulit bijinya ada yang berwarna putih, merah, dan coklat. (Suarni dan Firmansyah, 2005:3). Biji sorgum mengandung karbohidrat 73%, lemak 3,5%, dan protein 10%, bergantung pada varietas dan lahan pertanaman (Mudjisihono dan Damarjati 1987, Suarni 2004:1). Namun tanaman ini mengandung zat antinutrisi diantaranya adalah zat tanin yang relatif tinggi berkisar antara 3,67-10,66% yang menyebabkan rasa pahit sehingga kurang disukai oleh masyarakat. Pada umumnya biji sorgum yang berwarna merah sampai coklat mengandung tanin lebih tinggi dibandingkan biji putih (Suarni, 2004).

Modifikasi dilakukan untuk memaksimalkan potensi sorgum sebagai alternatif bahan pangan yang dapat diperhitungkan. Tujuan dari dilakukannya modifikasi tepung sorgum adalah untuk mengubah struktur molekul baik secara fisik, kimia dan enzimatis (Hakiim dan Sistihapsari, 2007).

Dewasa ini banyak metode yang digunakan untuk memodifikasi tepung yaitu modifikasi dengan kimiawi (asam), modifikasi dengan enzim, modifikasi dengan oksidasi, modifikasi ikatan silang (Artiani, 2010) dan modifikasi dengan mikrobiologi (fermentasi). Setiap metode modifikasi tersebut menghasilkan pati termodifikasi dengan sifat yang berbeda-beda. Menurut Wurzburg (1989) dalam Herawati, selain keragaman sifat fungsional dari sumber pati, teknik modifikasi dapat digunakan untuk menanggulangi kelemahan-kelemahan dari pati dan menghasilkan pati dengan sifat-sifat yang lebih baik dan spesifik. Beberapa penelitian menyebutkan modifikasi secara biologis (fermentasi) pada tepung sorgum sebelum pengolahan dapat meningkatkan pencernaan pati dan protein sorgum (Pranoto, et.al., 2013).

Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik. Tujuan fermentasi adalah untuk menghasilkan suatu produk yang mempunyai kandungan nutrisi, tekstur, *biological availability* yang lebih baik serta menurunkan zat anti nutrisinya. Metode fermentasi dapat dikelompokkan menjadi *Solid State Fermentation* (substrat padat) dan *Submerged State Fermentation* (substrat terendam). Perbedaan mendasar dari kedua jenis fermentasi ini adalah dalam penggunaan air dan substrat untuk tumbuh mikroorganisme. Pada penelitian ini menggunakan metode *Solid State Fermentation* (substrat padat) untuk memodifikasi tepung sorgum.

Modifikasi pati tepung sorgum secara fermentasi merupakan upaya untuk memperbaiki sifat fungsional tepung berpati dengan memanfaatkan kultur campuran sederhana, salah satunya adalah ragi tape. Fermentasi menggunakan ragi tape dapat memperbaiki profil karbohidrat tepung. Peran dari berbagai jenis mikroorganisme pada ragi tape akan menghasilkan enzim amilase yang dapat mengubah pati menjadi glukosa (Suryawan, 2013). Proses fermentasi tergantung pada produksi mikroorganisme, perubahan kimia dan fisik yang mengubah rupa, serta bentuk dan flavor dari bahan pangan aslinya. Proses fermentasi juga dapat memperbaiki gizi dari produk serta menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Keberhasilan suatu proses fermentasi agar memperoleh produk yang lebih baik dan berkualitas dibandingkan dengan bahan asalnya, berkaitan erat dengan proses pengolahannya. Faktor yang sangat berpengaruh pada proses biokonveksi melalui fermentasi adalah jenis mikroba, konsentrasi inokulum dan lama fermentasi (Sirappa, 2003).

Pemanfaatan sorgum sebagai bahan pangan masih sangat terbatas karena sebagian hanya digunakan sebagai pakan ternak. Penggunaannya dalam bidang pangan pun jarang dimanfaatkan karena kandungan taninnya yang tinggi. Untuk meningkatkan pemanfaatan sorgum dapat dilakukan dengan proses pembuatan tepung sorgum termodifikasi dengan proses fermentasi. Pada penelitian ini, sorgum dimanfaatkan sebagai pengganti tepung terigu untuk dijadikan roti manis. Melalui penelitian ini dapat diketahui bahwa konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi dapat mempengaruhi tepung sorgum modifikasi.

1.2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang didapat adalah :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi ragi tape pada tepung sorgum modifikasi yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh lama fermentasi pada tepung sorgum modifikasi yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi pada tepung sorgum modifikasi yang dihasilkan?

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah mengenai pengaruh konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi pada tepung sorgum modifikasi yang dihasilkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh interaksi antara konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi pada tepung sorgum modifikasi.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan pada hasil penelitian yang akan dilakukan adalah :

1. Memanfaatkan sumber pangan yang terdapat di Indonesia agar masyarakat tidak terlalu bergantung terhadap produk dari luar Indonesia.
2. Meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis terhadap penggunaan tepung sorgum.
3. Mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap beras dan gandum.

4. Meningkatkan produktivitas pangan lokal sebagai bentuk diversifikasi pangan yang berbasis pangan fungsional.
5. Mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap penggunaan tepung terigu dengan mengolah sorgum menjadi tepung sebagai bahan dasar produk yang memiliki sumber karbohidrat dan protein yang tinggi.
6. Mengetahui proses pembuatan tepung berbasis sorgum yang tepat dengan pendekatan lama fermentasi dan penggunaan ragi tape sehingga dihasilkan tepung sorgum dengan kualitas yang baik.

1.5. Kerangka Pemikiran

Suarni (2012) menyatakan bahwa kelebihan sorgum sebagai bahan pangan, pakan, dan industri adalah kaya akan komponen pangan fungsional. Beragamnya antioksidan, unsur mineral terutama Fe, serat, oligosakarida, dan β -glukan termasuk komponen karbohidrat *nonstarch polysakarida* (NSP) yang terkandung dalam biji sorgum menjadikannya potensial sebagai sumber pangan fungsional.

Menurut Suarni (2012), sorgum mempunyai kandungan nutrisi dasar yang tidak kalah penting dibandingkan dengan serealia lainnya, dan mengandung unsur pangan fungsional. Biji sorgum mengandung karbohidrat 73%, lemak 3,5%, dan protein 10%, bergantung pada varietas dan lahan pertanaman.

Menurut Suarni dan Singgih (2002), kandungan tannin pada berbagai varietas biji sorgum memiliki banyak perbedaan diantaranya: Batara Tojeng Eja 10,60%; Batara Tjeng Bae 6,66% Lokal Jereponto 3,67%; Isiap Dorado 1,26%; ICSP 88013

0,48%; ICSV 210 0,30%; ICSV I 0,62%; ICSH 110 1,71%; SPV 462 1,26%; IS-3259 1,82%; Mandau 3,76%; Manggarai/Selayar 1,71%; UPCA-S1 3,98% sedangkan menurut Suarni dan Firmansyah (2014), varietas biji Kawali 1,08%, Numbu 0,95%, Bioguma 0,14%.

Saat ini, sorgum menjadi salah satu peringkat teratas sereal menjanjikan di dunia (Faith, 2017). Sorgum memiliki potensi karena kemampuan adaptasinya di antara berbagai jenis lahan dan sebagai penambah produksi alkohol (Chay *et al.* , 2018). Sebagai bahan pangan, sorgum memiliki kandungan nutrisi yang hampir setara dengan sereal lainnya. Selain itu, sorgum memiliki keunggulan lain yaitu sifatnya yang rendah kandungan gluten dan indeks glikemik rendah (GI) (Suarni, 2016).

Sorgum merupakan sereal yang bebas gluten sehingga baik untuk kesehatan manusia khususnya bagi penderita penyakit *celiac*. Sorgum memiliki beberapa warna pada kulit bijinya yaitu putih, merah, dan coklat. Komposisi nutrisi pada setiap bagian biji sorgum dapat digunakan sebagai acuan untuk pemanfaat sorgum yang lebih spesifik (Suarni dan Firmansyah, 2014).

Sorgum telah dikembangkan sebagai bahan dasar alternatif yang digunakan sebagai bahan pembuatan roti (Phattanakulkaewmorie *et al.* 2011; Schober *et al* 2007). Roti yang dibuat dengan bahan dasar sorgum bebas dari gluten, sehingga aman untuk dikonsumsi oleh orang-orang yang memiliki penyakit seliak (Schober *et al* 2007).

Pricilia (2016) melaporkan bahwa pembuatan tepung keladi termodifikasi menggunakan fermentasi ragi tape menghasilkan tepung dengan sifat fisikokimia yang lebih baik dibandingkan dengan tepung keladi tanpa fermentasi ragi sedangkan

menurut Oktavianti dan Putri, (2015) tepung atau pati termodifikasi annealing yang dihasilkan yaitu mampu meningkatkan suhu gelatinisasi dan menghasilkan pati yang lebih stabil terhadap panas, sehingga karakteristik fisik dan kimia pati dalam tepung gadung menjadi lebih optimal dan dapat digunakan sebagai bahan baku untuk bermacam-macam produk olahan pangan.

Untuk memperbaiki sifat roti yang dibuat dengan menggunakan sorgum, dapat dilakukan modifikasi seperti melalui proses oksidasi, hidrolisis dengan asam, substitusi gugus hidroksil pada unit α -Dglukopiranosil, irradiasi λ , perlakuan *hydrothermal*, perlakuan dengan tekanan tinggi, penggilingan, dan modifikasi enzimatik (Zhu 2014).

Berdasarkan penelitian Armanda dkk. (2016), mengenai tepung sorgum coklat utuh modifikasi menggunakan ragi tape dengan dua faktor yaitu konsentrasi ragi tape yang terdiri dari 2%, 4%, 6% serta lama fermentasi yang terdiri dari 6 jam, 12 jam dan 18 jam. Perlakuan kombinasi terbaik pada konsentrasi tape 6% dan lama fermentasi 18 jam dengan karakteristik kadar air 6,10%, kadar pati 67,36%, kadar serat kasar 3,03%, kadar tannin 1,94%, kadar amilosa 21,62%, rendemen 56,54%, pH 5,74, *swelling power* 8,86 g/g, kelarutan 42,28%, kecerahan 74,13, o hue 65,70 dan viskositas 1840,67 cP.

Berdasarkan penelitian Fathurrohman (2012), pada proses pembuatan tepung sorgum termodifikasi dengan perlakuan konsentrasi starter 2,4 dan 6% dan lama fermentasi 0, 24, 36 dan 48 jam dapat disimpulkan bahwa perlakuan lama fermentasi 48 jam dan konsentrasi 6% memberikan hasil terbaik karena mempunyai nilai protein

terlarut tertinggi (1,365%), gula reduksi terendah (1,278%), kadar tanin terendah (0,062%), viskositas tertinggi (38,833 cP) dan derajat keputihan paling besar (22,93).

Modifikasi secara fermentasi dilakukan dengan penambahan ragi tape berupa mikroba *Saccharomyces cerevisiae* yang dapat mengubah karbohidrat. Menurut BBPP (Balai Besar Pelatihan Pertanian) (2015), pada prinsip memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi. Mikrobial yang tumbuh menyebabkan perubahan karakteristik dari tepung yang dihasilkan berupa naiknya viskositas, kemampuan gelatinisasi, daya rehidrasi dan kemudahan melarut. Mikroba juga menghasilkan asam-asam organik, terutama asam laktat yang akan terimbibisi dalam bahan, dan ketika bahan tersebut diolah akan dapat menghasilkan aroma dan cita rasa khas yang dapat menutupi aroma dan cita rasa ubi kayu yang cenderung tidak menyenangkan konsumen. Selama proses fermentasi terjadi kehilangan komponen penimbul warna, dan protein yang dapat menyebabkan warna coklat ketika pengeringan. Dampaknya adalah warna tepung yang dihasilkan lebih putih jika dibandingkan dengan warna tepung ubi kayu biasa.

Hasil penelitian Rahayu *et al* (2019), waktu fermentasi dan konsentrasi mikroba *L. brevis* meningkatkan fungsi dan sifat fisikokimia tepung sorgum. Warnanya yang keputihan, kandungan protein, dan butiran yang membengkak meningkat, tetapi kepadatan curah dan kandungan tanin menurun. Kelarutan pati sorgum dipengaruhi oleh kandungan amilosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *L. brevis* pada konsentrasi mikroba 0,20% dan Waktu fermentasi 12 jam dapat digunakan dalam fermentasi tepung sorgum.

Modifikasi tepung jagung secara enzimatis menunjukkan perubahan sifat fisiko-kimia dan fungsional, amilosa, derajat polimerisasi mengalami penurunan sedangkan gula reduksi dan dekstrosa ekuivalen mengalami kenaikan. Tekstur tepung termodifikasi lebih halus dibanding tepung aslinya (Richana dan Suarni, 2007).

Berdasarkan penelitian Liean dkk (2017), Hasil penelitian didapatkan nilai daya serap air tepung jagung manis dengan masing-masing perlakuan berkisar 40,53 % - 65,33 %. Perlakuan yang memiliki daya serap air tertinggi yaitu pada perlakuan tepung jagung fermentasi 48 jam yaitu 65,33 %. Fermentasi 24 jam memiliki daya serap air 60,40 % sedangkan tepung jagung fermentasi selama 72 jam memiliki kadar air 47,83 % dan tepung jagung tanpa fermentasi 40,53 %.

Berdasarkan penelitian Ardhea dkk (2015), hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa roti tawar yang dapat diterima panelis adalah roti tawar dengan konsentrasi substitusi tepung sorgum 10% dan 20% baik tepung sorgum dengan fermentasi maupun konsentrasi tepung sorgum non fermentasi 10% 3,375 a 3,008 a 20% 4,206 a 3,873. Secara kimia roti tawar dengan substitusi tepung sorgum terfermentasi 10% dan 20% memiliki kadar air 28,702% dan 34,392%, sedangkan roti tawar dengan tepung sorgum tanpa fermentasi memiliki kadar air 28,660% dan 31,857%. Kadar abu roti tawar dengan tepung sorgum terfermentasi 10% dan 20% adalah 0,823% dan 0,638% sedangkan roti tawar dengan tepung sorgum tanpa fermentasi 10% dan 20% memiliki kadar abu 0,830% dan 0,718%. Kadar serat produk roti tawar dengan substitusi tepung sorgum cukup tinggi yaitu 3,375% dan 4,206% untuk substitusi 10% dan 20% tepung

sorgum terfermentasi, sedangkan tanpa fermentasi kadar serat substitusi 10% dan 20% adalah 3,008% dan 3,873%.

Pada penelitian Sukma (2019), konsentrasi ragi dan lama fermentasi berpengaruh terhadap waktu gelatinisasi, suhu gelatinisasi, viskositas, pati yang terbentuk. 2. Pati biji alpukat termodifikasi mempunyai suhu gelatinisasi antara 72°C – 85°C, waktu gelatinisasi 4.22 menit sampai 5.42 menit, sedangkan viskositasnya berkisar antara 157 d.Pa.s sampai 390 d.Pa.s 3. Bentuk granula pati biji alpukat termodifikasi mempunyai ukuran granula yang lebih besar dibandingkan dengan pati tidak termodifikasi.

Menurut Hayati (2010), melaporkan bahwa mikroorganisme dalam ragi tape yang dapat mendegradasi pati meliputi kapang amilolitik seperti *Amylomyces rouxii*, *Mucor sp.*, dan *Rhizopus sp.* Hal tersebut didukung oleh Maria (2002), yang menyebutkan bahwa kadar pati mengalami penurunan sejalan dengan meningkatnya waktu fermentasi, karena kemampuan mikroba amilolitik dalam memecah pati semakin besar.

Menurut Akbar (2014) menyatakan bahwa pengaruh lama perendaman dan fermentasi ragi tape terhadap karakteristik tepung jagung dibuat sesuai waktu yang bervariasi yaitu 12 jam, 24 jam dan 36 jam. Sehingga didapat Perlakuan terbaik diperoleh dari kombinasi perlakuan lama perendaman natrium metabisulfit 36 jam dan lama fermentasi ragi tape 12 jam, yang memiliki nilai kadar air 7.11%, kadar pati 72.17%, kadar protein 9.81%, kadar amilosa 24.03%, rendemen 78.29%, kecerahan 57.38, daya serap uap air 6.02%, *swelling power* 8.69 g/g.

Pada penelitian Sukma, dkk (2019), Pada fermentasi dengan waktu 24-72 jam dengan konsentrasi ragi 6% dan 8% suhu mengalami kenaikan secara signifikan. Suhu tertinggi didapatkan dari perlakuan konsentrasi ragi 8% (Z) dengan fermentasi 72 jam (C) suhu gelatinisasi yang dicapai adalah sebesar 85°C. Meningkatnya suhu gelatinisasi ini disebabkan oleh kompleks amilosa yang terbentuk menyebabkan pengembangan terhambat sehingga suhu gelatinisasi meningkat.

Pada penelitian Sukma, dkk (2019), fermentasi pati biji alpukat dengan konsentrasi ragi 6% dan 8% pada jam 44- 72 menyebabkan viskositas gel cenderung menurun. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Kustyawati (2013) yang menyatakan bahwa penyebab menurunnya viskositas bahan adalah pertumbuhan kolonisasi *Saccharomyces cerevisiae* yang memproduksi enzim amilase sehingga menyebabkan terjadinya hidrolisis amilosa. Amilosa terhidrolisis menyebabkan viskositasnya menurun.

Dalam penelitiannya Wignyanto (2001), melaporkan bahwa jumlah sel *Saccharomyces cerevisiae* akan semakin meningkat seiring dengan lama fermentasi hal ini disebabkan oleh konsentrasi gula reduksi dan peningkatan konsentrasi etanol dalam bahan. Meningkatnya etanol dalam bahan menyebabkan keasaman dan suhu media cenderung meningkat selama fermentasi.

Pada penelitian yang dilakukan Armata *et al.* (2013), bahwa aktivitas *Saccharomyces cerevisiae* berpengaruh pada pH bahan yang dihasilkan semakin tinggi konsentrasi ragi maka pH bahan semakin meningkat.

Pada penelitian Murtini (2016), hasil analisis proksimat biji sorgum terfermentasi. Pati merupakan komponen nutrisi utama sorgum yang sebagian besar terletak di bagian endosperma (Serna Saldivar dan Rooney, 1995). Tepung sorgum tanpa perlakuan fermentasi (kontrol) memiliki kandungan pati sebesar 71,89%. Kedua perlakuan fermentasi secara nyata berpengaruh terhadap penurunan kadar pati tepung sorgum. Sorgum dengan perlakuan fermentasi secara substrat padat memiliki kandungan pati 69,23 dan 65,66% (fermentasi 60 dan 72 jam) sedangkan sorgum dengan perlakuan fermentasi substrat terendam kadar patinya adalah 68,77 dan 67,34% (fermentasi 72 dan 84 jam).

Menurut Widowati (2010), menyatakan kandungan tanin pada bahan makanan dapat diturunkan dengan berbagai cara seperti perendaman, perebusan, fermentasi, dan penyosohan kulit luar biji. Sedangkan pemanasan dan perendaman dalam larutan asam menyebabkan struktur protein menjadi rusak sehingga dapat merusak stabilitas tanin yang ada dalam bahan tersebut.

Menurut Armanda (2016) dalam Osawa dkk (2000), selain dari aktivitas mikroba, penurunan kandungan tanin disebabkan karena tanin mudah larut dalam air. Semakin lama fermentasi, semakin lama biji mengalami kontak dengan air mengakibatkan kandungan tanin menurun. Larutnya komponen tanin dalam air terlihat pada warna air rendaman yang kecoklatan. Hal tersebut didukung oleh Towo dkk (2006) yang melaporkan bahwa pada lapisan kulit ari sorgum mengandung komponen tanin yang bersifat larut dalam air.

Pada penelitian Armanda dkk (2016), rerata nilai *swelling power* dari tepung sorgum coklat utuh terfermentasi berkisar antara 7.74 g/g – 8.86 g/g. Nilai *swelling power* tepung sorgum coklat utuh terfermentasi pada tiap kenaikan konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan enzim yang dihasilkan mikroba ragi tape dapat mendegradasi granula pati. Sehingga granula pati menjadi porous membuat penyerapan air semakin banyak. Hal ini menyebabkan granula pati semakin membengkak dan mengembang sehingga nilai *swelling power* akan naik. Menurut Hakiim (2011), melaporkan bahwa kenaikan nilai *swelling power* dan kelarutan ditentukan oleh aktivitas mikroba yang mendegradasi pati mengakibatkan rantai pati tereduksi dan cenderung lebih pendek sehingga mudah menyerap air.

Pada penelitian Murtini (2016) Nilai Indeks penyerapan air (WAI) pada tepung sorgum yang didapat dari sorgum tanpa fermentasi secara statistik tidak berbeda nyata dengan tepung yang dihasilkan dari biji yang difermentasi secara substrat terendam. Namun demikian, tepung yang diproses dari biji sorgum yang difermentasi dengan metode substrat padat memiliki indeks penyerapan air yang lebih tinggi dari kontrol. Nilai WAI bergantung pada keberadaan grup hidrofilik yang akan berikatan dengan molekul air. Semakin rendah kemampuan dalam menyerap air maka akan semakin berkurang jumlah ketersediaan dari grup hidrofilik yang akan berikatan dengan molekul air (Afoakwa dan Aidoo, 2006; Mbofung *et al.*, 2006). Nilai WAI pada tepung akan menentukan kapasitas pembentukan gel dari makromolekul seperti karbohidrat dan protein

Menurut Puspawati (2009), warna biji sorgum dapat digunakan sebagai indikator kandungan tanin. Semakin gelap warna sorgum maka kadar tanin tepung sorgum yang dihasilkan juga akan tinggi. Dengan adanya perlakuan fermentasi maka kadar tanin akan menurun, ditandai dengan semakin cerah warna tepung sorgum yang dihasilkan.

Menurut pendapat Mulato (2003) dalam Wiryadi (2010), lama fermentasi merupakan salah satu faktor terpenting penyebab meningkatnya kadar air sehingga dengan meningkatnya waktu fermentasi maka kadar air akan meningkat pula.

Menurut Fauzan (2010), penambahan waktu fermentasi akan memberikan kesempatan mikrobia, enzim atau asam bekerja sehingga proses hidrolisis berlangsung terus. Periode fermentasi yang semakin panjang memungkinkan mikrobia terus menghidrolisis pati bahan sehingga gula sederhana yang terbentuk semakin banyak.

Dengan adanya fermentasi, mikrobia akan mendegradasi dinding sel yang menyebabkan kerusakan struktur dan integritas granula pati. Kerusakan integritas pati menyebabkan granula pati menyerap air, sehingga sebagian fraksi terpisah dan masuk ke dalam medium. Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, maka pati cenderung menyerap air lebih banyak. Dengan uraian tersebut maka fraksi pati yang ada pada sorgum yaitu amilosa dan amilopektin juga akan mengalami kerusakan, karena adanya fermentasi dan air yang digunakan untuk media fermentasi tersebut, ini mengakibatkan fraksi amilosa akan terlarut dengan air dan fraksi amilopektin tidak akan larut dengan air. Dengan keluarnya fraksi amilosa

dari medium maka kandungan fraksi amilopektinnya semakin besar (Kurniawan, 2010).

Menurut Subagio (2006) mikroba yang tumbuh pada media selama proses fermentasi akan menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang dapat menghancurkan dinding sel sedemikian rupa sehingga terjadi pembebasan granula pati yang selanjutnya akan terhidrolisis dan menghasilkan monosakarida yang akan digunakan oleh mikroba untuk membentuk asam-asam organik.

Menurut Wong *et al* (2010), untuk menghasilkan roti dengan kualitas yang hampir sama dengan roti gandum, maka perlu dilakukan fermentasi pati sorgum dengan penambahan campuran bakteri asam laktat kultur campuran. Mikroorganisme yang digunakan merupakan kultur campuran, terutama terdiri dari *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei* dan *Lactobacillus bulgaricus* serta yeast *Saccharomyces cerevisiae*.

Menurut Jellen (1985) dalam Elazmanawati (2017), volume roti terutama diperoleh dalam proses fermentasi selama *proofing*. Gas CO₂ dihasilkan dalam proses fermentasi dan ditahan oleh gluten yang pada tahap pemanggangan terkoagulasi dan akhirnya membentuk struktur roti. Meningkatnya pengembangan volume roti dimungkinkan karena aktivitas kedua enzim tersebut maka makin banyak CO₂ yang dihasilkan dan tertahan gluten sehingga volume roti bertambah. Volume seringkali dijadikan ukuran dalam pembuatan makanan termasuk roti.

Menurut Brown (2000) dalam Elazmanawati (2017), kenaikan volume adonan pada saat fermentasi disebabkan oleh adanya gas yang dihasilkan dari reaksi ragi

dengan gula. Gluten yang bersifat plastis dan elastis dapat menahan gas tersebut di dalam pori-pori adonan dan ruang antar sel.

Roti tawar yang disubstitusi dengan tepung sorgum yang difermentasi memiliki kadar air yang lebih tinggi meskipun peningkatan kadar air tersebut tidak berbeda nyata dengan roti tawar yang disubstitusi dengan tepung sorgum tanpa fermentasi. Proses fermentasi mengakibatkan penurunan suhu gelatinisasi pati sehingga berdampak pada kenaikan viskositas adonan roti karena ada pemecahan granula pati menjadi granula yang lebih kecil sehingga lebih mudah mengikat air (Hidayah, 2010).

Berdasarkan penelitian Ardhea dkk (2015), peningkatan kadar substitusi tepung sorgum pada roti tawar sorgum meningkatkan kadar serat kasar meskipun peningkatannya tidak signifikan. Peningkatan kadar serat ini disebabkan karena tepung sorgum memiliki kadar serat yang lebih tinggi dibanding terigu sehingga peningkatan substitusi tentu saja menaikkan kadar serat kasar pada produk roti tawar.

Sesuai dengan pernyataan Rinsky (2009:184) dalam Hardianto (2016). Pada umumnya roti memiliki beberapa metode dalam proses pembuatannya, metode yang paling umum digunakan adalah *straight dough*. Metode *straight dough* sering kali digunakan dalam proses pembuatan roti karena memang mudah dan efisien.

Menurut Rinsky (2009:325) dalam Hardianto (2016), walaupun *straight dough* mudah digunakan dan tidak memakan banyak waktu seperti metode pembuatan roti yang lain tetapi metode *straight dough* memiliki kekurangan dalam hal aroma dan tekstur karena proses fermentasi yang singkat.

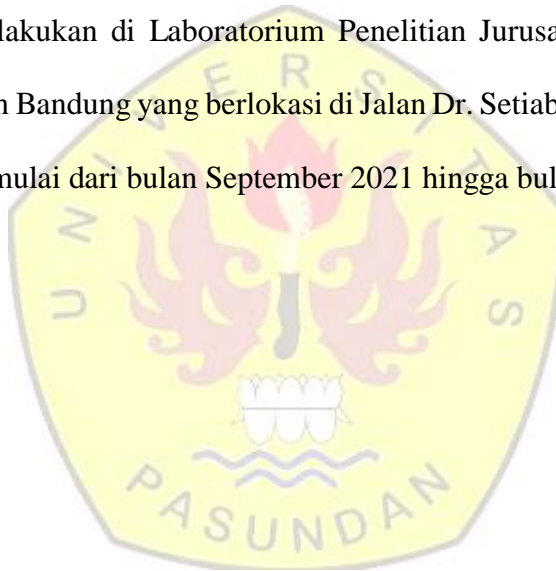
1.6. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan, diduga bahwa :

1. Adanya pengaruh konsentrasi ragi tape pada tepung sorgum putih modifikasi.
2. Adanya pengaruh lama fermentasi pada tepung sorgum putih modifikasi.
3. Adanya pengaruh interaksi antara konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi pada tepung sorgum putih modifikasi.

1.7. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Jurusan Teknologi Pangan, Universitas Pasundan Bandung yang berlokasi di Jalan Dr. Setiabudi No. 193 Bandung. Waktu penelitian dimulai dari bulan September 2021 hingga bulan Oktober 2021.



DAFTAR PUSTAKA

- Afrianti, Leni Herliana. 2013. **Teknologi Pengawetan Pangan**. Bandung : Alfabeta
- Andriani A., dan M. Isnaini, 2013. **Morfologi dan Fase Pertumbuhan Sorgum**. Balai Penelitian Tanaman Serealia
- Arlene, A., Witono, J. R., & Fransisca, M. 2009. **Pembuatan roti tawar dari tepung singkong dan tepung kedelai**. Universitas Katolik Parahyangan Bandung
- Armanda, Y., Putri, dan Widya DR. 2016. **Karakteristik Fisiko Kimia Tepung Sorgum Utuh (Whole Grain Brown Sorghum Flour) Terfermentasi Ragi Tape**. Jurnal Pangan dan Agroindustri. 4(2): 458-467
- Astawan, Made. 1999. **Membuat Mi dan Bihun**. Penebar Swadaya. Jakarta
- AOAC. 2005. **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemist**. Virginia USA : Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. SNI 01-3840-1995. **Roti Manis**. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Buckle, K.A.; R.A. Edwards; G.H. Fleet; dan M. Wootton, 1987. **Kimia Pangan**. Penerbit UI- Press. Jakarta
- Codex Alimentarius Commission. 1995. **Codex Standard for Sorghum Flour 173-1989**. Diakses 05 April 2021 <http://codex.stan.173-1989.cac.co.us/>
- Direktorat Budidaya Serealia. 2013. **Kebijakan direktorat jenderal tanaman pangan dalam pengembangan komoditas jagung, sorgum dan gandum**. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Kementrian Pertanian RI. Jakarta

- Fardiaz, D., Apriyantono, A., Budiyanto, S., dan Puspitasari, N.L. 1992. **Penuntun Praktikum Analisis Pangan**. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Fathurrohman, F. 2012. **Kajian Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Sorghum (Sorghum Bicolor L.) Termodifikasi Varietas Upca dengan Variasi Lama Fermentasi dan Konsentrasi Starter Bakteri Asam Laktat Lactobacillus Acidophilus**. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Univeristas Sebelas Maret. Surakarta
- Fennema O R. (1996). **Food Chemistry**, In Rowen (eds.) Carbohydrates (pp 167-196). Marcel Dekker. New York
- Fitria, N. 2013. **Eksperimen Pembuatan Roti Manis Menggunakan Bahan Dasar Komposit Pati Suweg Dengan Tepung Terigu**. Skripsi. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Gaspersz, V., (1995), **Teknik Analisis Dalam Penilaian Percobaan**, Tarsito: Bandung.
- Hakiim, A. dan Sistihapsari, F. 2011. **Modifikasi Fisik-Kimia Tepung Sorgum berdasarkan Karakteristik Sifat Fisikokimia sebagai Substituen Tepung Gandum**. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang
- Harbone, J.B. (1996). **Metode Fitokimia Cara Modern Menganalisis Tumbuhan**. Diterjemahkan K. Padmawinata dan I. Sudiro. Edisi kedua. Penerbit ITB, Bandung.

- Hayati, E.K, dkk. (2010). **Fraksinasi dan Identifikasi Senyawa Tanin pada Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L)**. Jurnal Kimia Volume 4, Nomor 2, Juni 2010:193-200
- Hidayah, Z., 2010. **Perubahan Mikrobiologis, Kimiawi, Fisik dan Kecernaan Pati secara In-Vitro Selama Fermentasi Sorgum Secara Spontan dan dengan Menggunakan Bakteri Asam Laktat**. Tesis. Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada Yogyakarta
- Ibrahim, F.S., Babiker, E.E., Yousif, N.E., El-Tinay, A.H., 2005. **Effect of fermentation on biochemical and sensory characteristics of sorghum flour supplemented with whey protein**. Food Chemistry 92, 285-292
- Justicia, A., Liviawaty, E., dan Hamdani, H. 2012. **Fortifikasi Tepung Tulang Ikan Nila Merah sebagai Sumber Kalsium terhadap Tingkat Kesukaan Roti Tawar**. Jurnal Perikanan dan Kelautan Universitas Padjajaran. Volume 3 Nomor 4
- Koswara, S. 2009. **Teknologi Pengolahan Roti**. <http://tekpan.unimus.ac.id/wp-content/uploads/07/Teknologi-Roti-Teoridan-Praktek.pdf>
- Koswara. (2006). **Teknologi Modifikasi Pati**. Ebook Pangan
- Kurniawan, Sandra. 2010. **Pengaruh Lama Fermentasi dan Konsentrasi Ca(OH)₂ untuk Perendaman terhadap Karakteristik Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Singkong Pahit (Pandemir L-2)**. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Liean, Ntau. Sumual, Maria F., dan Assa, Jan R. 2017. **Pengaruh Fermentasi *Lactobacillus Casei* Terhadap Sifat Fisik Tepung Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata Sturt*)** Skripsi Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan. Program Studi Ilmu Pangan. Univeristas Sam Ratulangi, Manado.
- Muchtadi, R. dan Sugiyono. 1992. **Ilmu Pengetahuan bahan pangan. Petunjuk Laboratorium.** Departemen Pendidikan dan kebudayaan Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas. Institut Pertanian Bogor.
- Mudjajanto E.S dan L.N Yulianti. 2004. **Membuat Aneka Roti.** Penebar Swadaya. Jakarta.
- Murtini ES, Prawira Atmaja, Sutrisno, A. 2016. **Pengaruh Metode Fermentasi Substrat Padat dan Substrat Terendam Pada Biji Sorgum Terhadap Kualitas Tepung.** Jurnal Jurusan Teknologi dan Industri Pangan. Universitas Brawijaya
- Nadhifah, A., S. Kumalaningsih, & N. Mayang Sabrina S. 2012. **Pembuatan Pakan Konsentrat Berbasis Limbah Filtrasi Pengolahan Maltodekstrin (Kajian Prosentase Penambahan Ampas Tahu dan Pollard).** Jurnal Industria. Jurusan Christi / Jurnal Ilmu Ternak Desember 2018, Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pangan Universitas Brawijaya, Malang.
- Osawa, R., Kuroiso, K., Goto, S., dan Shimizu, A. 2000. **Isolation of Tannin-Degrading Lactobacilli from Humans and Fermented Foods.** Applied and Enviromental Microbiology Vol. 66 No 7 p.3093 – 3097

- Paiki, S.N.P. 2013. **Pengaruh Fermentasi Spontan terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor* L. Moench) serta Aplikasinya dalam Pembuatan Cookies**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Park, *et al.* (2008). **Graphene Oxide Paper Modified by Divalent Ions-Enhancing Mechanical Properties via Chemical Cross-Linking**. American Chemical Society, 2(3).
- Pudjihastuti, Isti. 2010. **Pengembangan Proses Inovatif Kombinasi Reaksi Hidrolisis Asam dan Reaksi Photokimia UV untuk Produksi Pati Termodifikasi dari Tapioka**. Tesis Magister Teknik Kimia Universitas Diponegoro Semarang
- Rahmawati WYA, Kusumastuti N, Aryanti. 2012. **Karakteristik Pati Sorgum Sebagai Alternatif Sumber Pati Industri di Indonesia**. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. 1 (1): 347-351
- Rooney, L.W. and R.D. (1977). **The Structure of Sorghum And Its Relation to Processing and Nutritional Value**. Cereal Quality Laboratory. Texas University. USA
- Schober, T.J., Messerschmidt, M., Bean, S.R., Park, S.-H. & Arendt, E.K. (2005). **Gluten-Free Bread from Sorghum: Quality Differences Among Hybrids**, Cereal Chemistry, 82(4): 394-404

- Schons, P.F., Battestin, U., and Macedo, G.A. (2012). **Fermentation And Enzyme Treatments For Sorghum**. Brazilian Journal of Microbiology, Vol. 43, No. 1 : 89-97.
- Sema-Saldivar S. Rooney LW. 1995. **Structure and Chemistry of Sorghum and Millets**. In : **Sorghum and Millets: Chemistry and Technology**, Editor: David A.V. Dendy. 69-124. American Association of Cereal Chemist, St. Paul. USA.
- Singh, H., N.S. Sodhi and N. Singh. 2010. **Characterization of starches separated from sorghum cultivars grown in India**. J. Food Chem. 119: 95–100
- Sirappa, MP. 2003. **Prospek Pengembangan Sorgum di Indonesia Sebagai Komoditas Alternatif Untuk Pangan, Pakan, dan Industri**. Jurnal Litbang Pertanian 22(4): 133-140
- Suarni dan Firmansyah, I.U. 2005. **Struktur, Komposisi Nutrisi, dan Teknologi Pengolahan Sorgum**. Balai Penellitian Tanaman Serealia, Lampung
- Suarni dan I.U. Firmansyah. 2012. **Potensi Sorgum sebagai bahan substitusi beras dan terigu dalam diversifikasi pangan**. hlm. 598– 605. Prosiding Seminar Nasional Serealia. Inovasi Teknologi Mendukung Swasembada Pangan dan Diversifikasi Pangan. Balitsereal. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan

- Suarni dan Subagio, H. 2013. **Potensi Pengembangan Jagung dan Sorgum Sebagai Sumber Pangan Fungsional**. Balai Penelitian Tanaman Serealia Sulawesi. Jurnal Litbang Pertanian. 32(2): 47-55.
- Suarni. (2004). **Pemanfaatan Tepung Sorgum Untuk Produk Olahan**. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Makassar. Jurnal Litbang Pertanian, Vol. 23 (4): 145-151
- Subagio A. (2007). **Industrialisasi Modified Cassava Flour (MOCAF) sebagai Bahan Baku Industri Pangan untuk Menunjang Diversifikasi Pangan Pokok Nasional**. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Jember. Jember
- Sudarmadji S. (1996). **Dasar-Dasar Mikrobiologi Pangan**. PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta
- Sudarmadji S, B Haryono dan Suhardi. (1997). **Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**. Liberty Yogyakarta dan PAU Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta
- Sufi, S.Y., 1999. **Kreasi Roti**. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sultan, W.J. 1986. **Practical Baking**. Van Nostrand Reinhold, New York, N Y.
- Towo, E., Matuschek, E. dan Svanberg, U. 2006. **Fermentation and Enzyme Treatment of Tannin Sorghum Gruels: Effects on Phenolic Compounds, Phytate and In Vitro Accessible Iron**. Food Chemistry Vol. 94 p.369 – 376
- Ulfi, PS,. Amanto BS, Atmaka W. 2014. **Kajian Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Sorghum (Sorghum bicolor L) Varietas Mandau Termodifikasi**

Yang Dihasilkan Dengan Variasi Konsentrasi Dan Lama Perendaman

Asam Laktat. Jurnal Teknosains Pangan 3(1): 145-154

Widiowati, S., Rahmawati N, dan Wiwit A. 2010. **Proses Pembuatan dan Karakterisasi Nasi Sorghum Instan.** Prosiding Pekan Serealia Nasional.

ISBN: 978-979-8940-29-3. Bogor

Winarno, 2002. **Kimia Pangan dan Gizi.** Penerbit PT Gramedia, Jakarta

Wong, J. H., Marx, D. B., Wilson, J. D., Buchanan, B. B., Lemaux, P. G., Pedersen, J.

F. (2010). **Principal component analysis and biochemical characterization of protein and starch reveal primary targets for improving sorghum grain.** Plant Science, 179(6), 598–611

Yuwono, S.S dan Susanto, T. 1998. **Pengujian Fisik Pangan.** Universitas Brawijaya.

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian

