



Uji Kualitas Mutu, Uji Organoleptik, dan Uji Aktivitas Antioksidan pada Yoghurt Tempe Sorgum (*Sorgum bicolor* L. Moench) dengan Variasi Konsentrasi Starter

Intan Purnama Sari*, Assyifa Junitasari, Rina Budi Satiyarti

Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati,

Jln. A.H Nasution No. 105, Kota Bandung, 40614, Indonesia

*Alamat email penulis koresponden: purnamasintan8@gmail.com

Abstrak

Yoghurt merupakan salah satu minuman dengan kandungan probiotik yang dikenal dapat meningkatkan fungsi kekebalan tubuh. Yoghurt tidak hanya dapat diperoleh dari susu segar, tetapi juga dapat berasal dari diversifikasi produk nabati seperti susu tempe yang dapat menjadi alternatif bagi vegetarian. Bahan baku pembuatan tempe dapat digantikan oleh sorgum yang memiliki kandungan zat gizi yang tidak jauh berbeda dengan kedelai sehingga dapat meningkatkan kualitas tempe yang dihasilkan. Selain itu Pemberian variasi konsentrasi *starter* dapat mempengaruhi karakteristik yoghurt. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas mutu, tingkat kesukaan serta aktivitas antioksidan pada yoghurt tempe sorghum berdasarkan variasi konsentrasi *starter*. Tempe dibuat dengan diinokulasi dengan ragi dan diinkubasi selama 48 jam, kemudian tempe dibuat menjadi susu tempe dan dipasteurisasi. Susu tempe hasil pasteurisasi diinokulasi dengan *starter Lactobacillus bulgaricus: Streptococcus thermophilus* (1:1) dengan variasi 6%, 8% dan 10%. Uji kualitas mutu meliputi uji kadar protein, uji kadar abu, uji cemaran logam Cu serta uji keasaman. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH serta uji tingkat kesukaan dilakukan dengan uji organoleptik meliputi bau, penampakan dan rasa. Hasil terbaik pada uji kualitas mutu ditunjukkan oleh perlakuan dengan penambahan *starter* 10% dengan nilai keasaman 0,8815%, kadar abu 0,770%, kadar protein 40,259 mg/mL dan cemaran logam Cu 1,05 mg/kg. Serta hasil terbaik pada uji organoleptik dengan tingkat kesukaan terbaik yaitu pada penambahan *starter* 10%, dengan nilai 4.37 pada parameter penampakan, 4,34 pada parameter rasa, dan 4,14 pada parameter bau. Sedangkan aktivitas antioksidan pada penambahan *starter* 6%,8%,10% berturut – turut sebesar 56,144%; 53,252%; 52,769%.

Kata kunci: Antioksidan, *Starter*, Tempe, Yoghurt

PENDAHULUAN

Yoghurt merupakan salah satu minuman dengan kandungan probiotik yang dikenal dapat meningkatkan fungsi kekebalan tubuh karena strain probiotik mampu memproduksi suatu zat bakterisin seperti antimikroba dan patogen (Nasarani & Winarti, 2023). Yoghurt diproduksi dengan mencampurkan dua atau lebih kultur bakteri asam laktat bakteri yang terdiri dari *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus* yang akan melibatkan proses fermentasi dengan pemecahan laktosa dalam susu menjadi glukosa dan galaktosa oleh bakteri asam laktat (Mustika dkk., 2019). Yoghurt umumnya terbuat dari susu berbasis hewani seperti susu sapi, namun saat ini telah banyak dikembangkan yoghurt yang berasal dari susu nabati. Penelitian yang dilakukan Labiba dkk. (2020) menunjukkan bahwa yoghurt susu kacang kedelai memiliki kandungan

isoflavon yang tinggi serta kandungan total bakteri asam laktat yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Yoghurt yang berbahan dasar susu nabati dapat menjadi alternatif pilihan makanan dari vegetarian. Selain itu, yoghurt dapat dihasilkan dari diversifikasi produk nabati seperti tempe dan dapat berfungsi sebagai minuman fungsional untuk pencegahan stunting (Irdianty *et al.*, 2023).

Namun, produksi kedelai di Indonesia pada tahun 2021 mengalami penurunan menjadi ±212,86 ribu ton dan pada tahun 2022 Indonesia mengimpor kedelai dari Amerika Serikat sebanyak 1.928.076 ton. Penurunan produksi kedelai tersebut dapat diatasi dengan melakukan modifikasi bahan baku pembuatan tempe dengan penggunaan serelia sorgum. Sorgum memiliki kandungan zat gizi yang tidak jauh berbeda dengan kedelai sehingga dapat meningkatkan kualitas tempe yang dihasilkan. Penelitian Munir dkk. (2023) menunjukkan bahwa tempe berbahan baku sorghum memiliki kadar air 69,40%, kadar abu 1,40%, kadar protein 10,35% dan kadar lemak 1,50%. selain itu, biji sorghum memiliki aktivitas antioksidan yang berperan dalam pencegahan penyakit yang disebabkan oleh kerusakan oksidatif akibat pembentukan senyawa radikal bebas, dengan nilai aktivitas antioksidan sebesar 82,72% dengan nilai IC₅₀ 15,05 µg/mL atau dalam kategori sangat kuat (Abdillah, 2015) sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan yoghurt tempa yang tinggi aktivitas antioksidannya.

Yoghurt diproduksi dengan mencampurkan dua atau lebih kultur bakteri asam laktat bakteri yang terdiri dari *S. thermophilus* dan *L. bulgaricus* yang akan melibatkan proses fermentasi dengan pemecahan laktosa dalam susu menjadi glukosa dan galaktosa oleh bakteri asam laktat (Mustika dkk., 2019). Pemberian variasi konsentrasi *starter* dapat mempengaruhi karakteristik yoghurt. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2021) pemberian perbedaan konsentrasi *starter* dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar karbohidrat, lemak, protein, air, abu serta pH yang diperoleh. Dengan pemberian konsentrasi *starter* yang semakin tinggi dapat meningkatkan kadar karbohidrat dan menurunkan kadar air, lemak, abu serta pH. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan inovasi pembuatan yoghurt tempe sorgum dengan variasi konsentrasi *starter* 6%, 8% dan 10% untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *starter* yang lebih tinggi terhadap kualitas yoghurt tempe sorgum, aktivitas antioksidan dan uji organoleptiknya.

BAHAN DAN METODE

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat – alat gelas di laboratorium, spektrofotometer *UV-Vis*, Spektrofotometer serapan atom (AAS), tanur.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan yoghurt meliputi biji sorghum coklat, ragi raprima, susu skim (indoprima), sukrosa, *starter L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* (lactina). Bahan – bahan untuk analisis kualitas mutu adalah *aquadest*, asam oksalat p.a, NaOH p.a, Indikator fenolftalein, minyak zaitun, asam sulfat 96% p.a, asam klorida 37% p.a, larutan induk Cu 1.000 mg/L, larutan induk BSA, pereaksi Bradford.

Bahan yang digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan adalah larutan DPPH, quersetin dan pelarut etanol.

Pembuatan Yoghurt Tempe Sorgum

Serelia sorgum disortir kemudian ditimbang sebanyak 100 gram dan dicuci hingga bersih. Dilakukan perendaman selama 24 jam, selanjutnya sorgum direbus selama 10 menit hingga biji lebih lunak dan ditiriskan hingga dingin. Sorgum yang sudah lunak ditambahkan ragi dengan konsentrasi 0,1% (b/b) dalam plastik yang telah dilubangi, kemudian diinkubasi selama 48 jam hingga didapatkan tempe. Tempe kemudian dipotong menjadi dadu untuk direbus selama 10 menit. Kemudian tempe dihaluskan dengan penambahan air hangat 1:3 kemudian disaring. Susu tempe yang dihasilkan ditambahkan dengan susu skim 10% dan sukrosa 5% sambil direbus selama 30 menit pada suhu 90°C. Susu kemudian didinginkan sampai suhu 40°C dan *starter* ditambahkan dengan variasi 6%, 8%, dan 10%. Susu difermentasi selama 12 jam pada suhu 40°C hingga terbentuk yoghurt kemudian dimasukkan ke dalam lemari es.

Penentuan Kadar Protein

Penentuan kadar protein dilakukan menggunakan metode Bradford. Sebanyak 1 mL larutan standar BSA (0,4,8,12,16 mg/mL) serta sampel masing-masing ditambahkan dengan 1 mL reagen Bradford dan dihomogenkan serta diinkubasi selama 10 menit. Kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 590 nm.

Penentuan Kadar Abu

Penentuan kadar abu dilakukan menggunakan metode gravimetri. Sebanyak 5 gram sampel ditimbang ke dalam cawan yang telah diketahui bobotnya dan dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C sampai H₂O hilang. Ditambahkan beberapa tetes minyak zaitun dan dipanaskan diatas api sampai pengembangan berhenti. Cawan berisi sampel dipanaskan dalam tanur pada suhu 525°C sampai membentuk abu berwarna putih. Abu ditambahkan dengan air dan dikeringkan dalam penangas uap dan diabukan kembali sampai mencapai bobot yang tetap, kemudian ditimbang.

Penentuan Kadar Asam Laktat

Kadar asam laktat pada yoghurt dilakukan menggunakan metode titrasi asam basa. Sebanyak 20 gram yoghurt ditimbang dan dimasukkan kedalam labu erlenmeyer serta dilarutkan dengan aquades sebanyak 40 mL. ditambahkan indikator fenolftalein sebanyak 22 mL dan dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N hingga terjadi perubahan warna.

Penentuan Kadar Cemaran Logam Cu

Kadar cemaran logam Cu dilakukan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Sebanyak 5 gram sampel didestruksi diatas penangas listrik sampai menjadi arang dan tidak berasap lagi, kemudian dilanjutkan dengan pengabuan dalam tanur pada suhu 500°C sampai didapatkan abu berwarna putih dan bebas dari karbon. Abu dilarutkan dengan 5 mL HCl 6 N sambil dipanaskan di atas penangas Listrik selama 2 menit. Larutan

diencerkan dalam labu ukur 50 mL. Larutan baku kerja 0,2 mg/L; 0,5 mg/L; 1 mg/L; 2 mg/L; 3 mg/L dan larutan sampel diukur absorbansinya pada Panjang gelombang maksimum 324 nm.

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik melibatkan 35 orang panelis dengan memberikan kesan terhadap penampakan, bau serta rasa dengan skala numerik 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka. Data percobaan yang telah diperoleh dianalisis dengan metode statistik menggunakan aplikasi *Statistical Package for the Social Science* (SPSS) dengan metode Analisa ragam ANOVA (*Analysis of Variance*) dan dilanjutkan dengan uji duncan.

Analisis Aktivitas Antioksidan

Larutan sampel dibuat dengan konsentrasi 50 ppm dengan kuersetin 2,4,6,8, dan 10 ppm sebagai kontrol positif. Masing-masing larutan kontrol positif dan sampel dipipet sebanyak 1 mL, ditambahkan dengan 3 mL larutan DPPH 50 ppm serta disiapkan 4 mL larutan kontrol DPPH. Kemudian diinkubasi selama 30 menit dan diukur serapannya pada panjang gelombang 519 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Kualitas Mutu

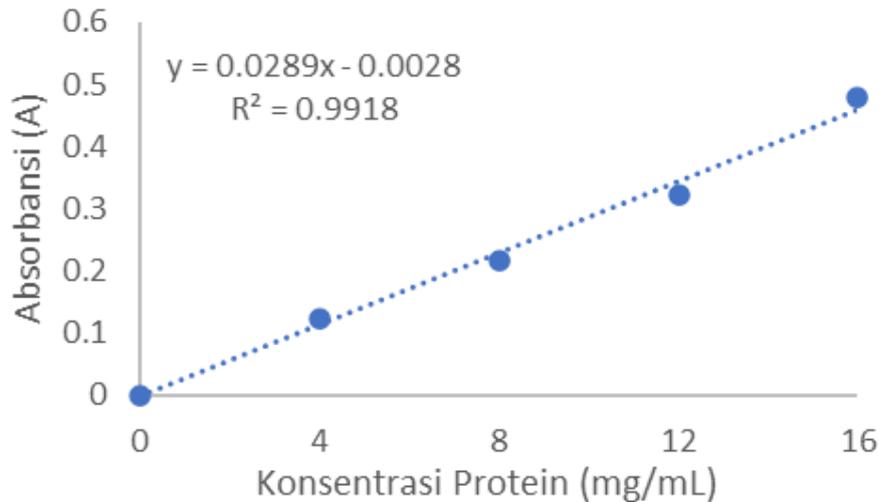
Uji kualitas mutu mencakup beberapa aspek penting untuk memastikan yoghurt tempe sorgum telah sesuai dengan standar SNI 2981:2009. Uji kualitas mutu dilakukan meliputi kadar protein dengan metode Bradford, abu dengan metode gravimetri, asam laktat dengan metode titrasi asam basa dan cemaran logam Cu dengan menggunakan metode *Atomic absorption spectroscopy* (AAS).

Kadar Protein

Pengujian kadar protein dilakukan menggunakan metode Bradford dengan penggunaan *bovine serum albumin* (BSA) sebagai standar. Metode Bradford memanfaatkan interaksi antara asam amino dengan zat warna yaitu *coomassie brilliant blue* dalam kondisi asam. Kelompok anion asam sulfonat yang terdapat dalam *coomassie brilliant blue* akan berikatan dengan kation asam amino dan menghasilkan warna biru (Hadinoto & Syukroni, 2019). Pengujian Bradford melibatkan penyerapan dengan prosedur spektroskopi pada panjang gelombang 590 nm. Berdasarkan Gambar 1 didapatkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9918 yang menunjukkan bahwa garis persamaan kurva linear standar BSA dapat dinyatakan linear, karena nilai R^2 yang didapatkan telah mendekati nilai 1.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kenaikan kadar protein dalam sampel berbanding lurus dengan pemberian variasi konsentrasi *starter*. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Purba dkk., 2012) yang menyatakan bahwa pemberian konsentrasi *starter* berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein yoghurt. Laktosa yang terdapat dalam

susu tempe dan susu skim akan diuraikan menjadi asam laktat oleh *S. thermophilus* dan asam laktat tersebut akan menstimulasi *L. bulgaricus* yang memiliki enzim proteolitik untuk menguraikan protein susu menjadi asam amino dan peptida.



Gambar 1. Kurva standar BSA yang diukur dengan metode Bradford

Tabel 1. Hasil uji kadar protein

Konsentrasi Starter	Kadar Protein (mg/ml)
6%	26,944
8%	31,119
10%	40,237

Kadar Abu

Berdasarkan SNI 2981:2009, Suatu produk yoghurt dikatakan memenuhi syarat mutu ketika memiliki kadar abu maksimal 1% sehingga berdasarkan hasil dikatakan bahwa yoghurt tempe sorgum seluruh variasi konsentrasi telah memenuhi syarat mutu SNI. Kadar abu merupakan suatu mineral atau zat anorganik yang dibutuhkan oleh tubuh, namun abu dalam kadar yang berlebih tidak disarankan sehingga dibuat batas maksimum kandungan abu (Fikriyah & Nasution, 2021). Dalam pengujian kadar abu, digunakan suhu pembakaran yang sangat tinggi sehingga komponen – komponen organik yang terdapat dalam produk makanan akan terbakar dan menyisakan komponen anorganik atau mineral. Semakin tinggi kandungan abu dalam suatu makanan mengartikan semakin banyak zat anorganik ataupun bahan asing serta kontaminan didalamnya (Tuapattinaya dkk., 2021).

Berdasarkan Tabel 2 diketahui terdapat pengaruh konsentrasi starter terhadap kadar abu, semakin tinggi konsentrasi starter maka semakin rendah kadar abu didalamnya. Hal tersebut dapat disebabkan karena penyerapan serta penggunaan mineral dalam yoghurt oleh bakteri asam laktat (Asa dkk., 2023) serta aktivitas metabolik mikroorganisme (Desnilasari dkk., 2020). Selain itu, proses fermentasi akan meningkatkan kandungan

mineral karena pemecahan ikatan mineral pada asam fitat oleh adanya enzim fitase (Labiba dkk., 2020).

Tabel 2. Hasil uji kadar abu

Konsentrasi <i>Starter</i>	Kadar Abu (%)
6%	0,7985
8%	0,7738
10%	0,7705

Kadar Asam Laktat

Fermentasi yoghurt melibatkan *starter L. bulgaricus* serta *S. thermophilus* yang merupakan bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat memproduksi asam laktat untuk mengasamkan produk, menambah aroma serta cita rasa, jika dikonsumsi tidak menyebabkan bahaya namun pemanfaatan bakteri asam laktat berlebih dapat meningkatkan laju fermentasi dan menumpuknya populasi bakteri asam laktat (Desnilasari dkk., 2020). Pengaruh pemberian konsentrasi *starter* terhadap kadar asam laktat ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji kadar asam laktat

Konsentrasi <i>Starter</i>	Kadar Asam Laktat (%)
6%	0,829
8%	0,841
10%	0,8815

Berdasarkan SNI 2981:2009 kadar asam laktat dalam yoghurt adalah 0,5 – 2,0%, sehingga yoghurt tempe sorghum seluruh variasi konsentrasi telah memenuhi standar mutu. Berdasarkan Tabel 3, didapatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi semakin tinggi kadar asam laktat. Hal tersebut terjadi dikarenakan produksi asam organik atau asam laktat meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi *starter* (Kurniawati dkk., 2024). Laktosa yang terdapat dalam susu tempe serta susu skim akan dimanfaatkan sebagai energi oleh asam laktat dengan cara dihidrolisis menjadi glukosa dan diubah menjadi asam laktat melalui proses glikolisis dan piruvat (Purba dkk., 2012).

Kadar Cemaran Logam Cu

Logam merupakan suatu unsur anorganik dengan kadar sedikitnya dibutuhkan oleh tubuh seperti logam Cu yang dibutuhkan dalam pembentukan hemoglobin dalam rataan normal (Alawiyah dkk., 2021). Namun, keterakumulasian logam dengan jumlah banyak dalam tubuh dapat menimbulkan gangguan kesehatan serta penyakit pada manusia seperti kerusakan syaraf, kerusakan jaringan pada organ seperti hati dan ginjal (Suci dkk., 2024). Kadar cemaran logam Cu pada yoghurt tempe sorghum ditunjukkan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Hasil uji kadar cemaran logam Cu

Konsentrasi <i>Starter</i>	Kadar Cemaran Logam Cu (mg/kg)
6%	1,21
8%	1,74
10%	1,05

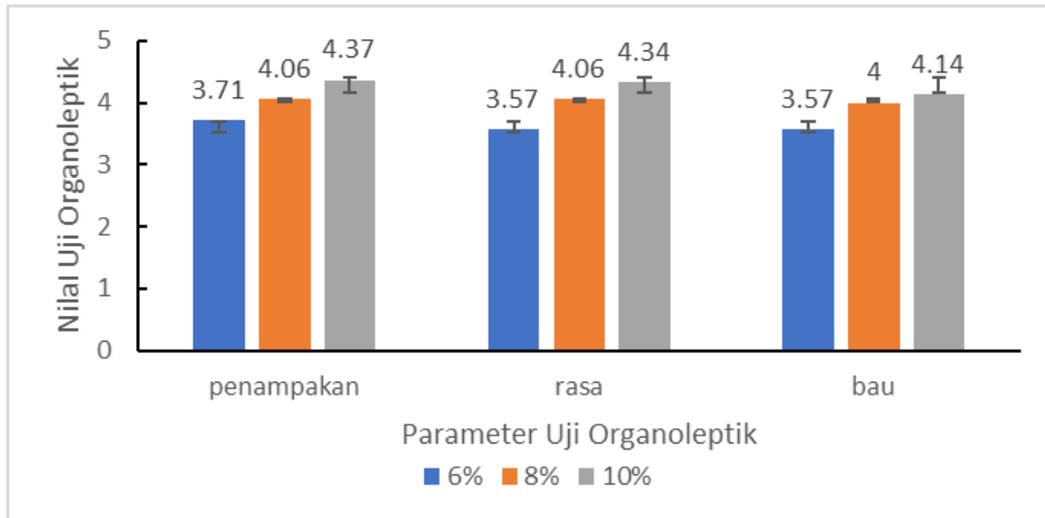
Berdasarkan SNI 2981:2009, kadar Cu yang diperbolehkan dalam yoghurt adalah maksimal 20 mg/kg sehingga diatas itu tidak disarankan. Yoghurt tempe sorghum memiliki kadar cemaran logam Cu dibawah syarat mutu sehingga aman untuk dikonsumsi. Kadar Cu yang terdapat dalam yoghurt dapat berasal dari proses produksi dari awal sampai akhir seperti penggunaan panci yang terbuat dari paduan logam Cu (Widowaty dkk., 2020). Cemaran logam Cu juga dapat berasal dari penggunaan air dalam pembersihan biji sorghum, dimana air yang digunakan telah mengandung cemaran logam (Utami dkk., 2022).

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan terhadap 35 orang panelis tidak terlatih dengan meliputi aspek penampakan, rasa dan bau. Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan konsumen terhadap yoghurt tempe sorghum. Data uji organoleptik yang dihasilkan dianalisis dengan metode *One Way Anova* dan dilanjutkan dengan uji duncan untuk mengetahui hubungan antar perlakuan perbedaan konsentrasi *starter*. Hasil analisis data organoleptik ditunjukkan pada Tabel 5 serta perbandingan nilainya berdasarkan grafik pada Gambar 3.

Tabel 5. Hasil uji organoleptik yoghurt tempe sorgum

Parameter	Nilai mean uji hedonik sampel yoghurt tempe sorgum		
	6%	8%	10%
Kenampakan	3,71 ± 0,66 ^a	4,05 ± 0,53 ^b	4,37 ± 0,64 ^c
Rasa	3,57 ± 1,00 ^a	4,05 ± 0,87 ^b	4,34 ± 0,72 ^b
Bau	3,57 ± 0,81 ^a	4,00 ± 0,64 ^b	4,14 ± 1,00 ^b



Gambar 3. Perbandingan hasil uji organoleptik

Kenampakan

Pemberian variasi konsentrasi *starter* berbeda memberikan pengaruh yang nyata pada kesukaan panelis terhadap aspek kenampakan. Yoghurt dengan konsentrasi 6% dinilai memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Hal ini disebabkan karena warna susu tempe sorgum yang digunakan memiliki warna yang sedikit gelap atau sedikit kecoklatan. Yoghurt dengan *starter* 10% merupakan yoghurt yang paling disukai dengan nilai 4,37. Kenampakan dari yoghurt seperti pada Gambar 4 dapat diamati oleh mata sehingga memiliki pengaruh terhadap minat dan selera panelis untuk mengkonsumsinya.



Gambar 4. Yoghurt tempe sorgum

Rasa

Rasa yang dimiliki oleh yoghurt adalah cenderung asam. Rasa asam berasal dari adanya asam organik seperti asam laktat yang dihasilkan dari proses fermentasi. Berdasarkan percobaan, pemberian perbedaan konsentrasi *starter* memberikan pengaruh

yang nyata pada kesukaan panelis terhadap rasa dari yoghurt tempe sorghum. Yoghurt dengan konsentrasi *starter* 6% tidak begitu disukai karna didalamnya masih terdapat rasa tempe, berbeda dengan konsentrasi 8% dan 10% yang lebih disukai sebab rasanya lebih serupa dengan yoghurt komersil yang tersebar secara umum. Hal ini sesuai dengan penelitian (Kartikaningrum dkk., 2024) yang menyatakan bahwa penambahan konsentrasi *starter* yang semakin tinggi akan memperbanyak populasi mikroba dan menyebabkan bertambahnya pembentukan asam laktat yang dapat mempengaruhi rasa pada produk yoghurt.

Bau

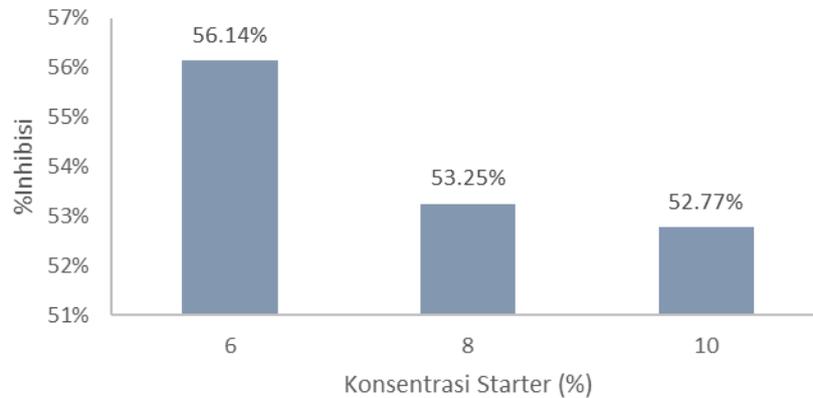
Penambahan variasi konsentrasi *starter* memiliki pengaruh yang nyata terhadap bau atau aroma yang dimiliki yoghurt tempe sorgum. Semakin tinggi konsentrasi *starter* semakin disukai aroma dari yoghurt, sebab aroma dari yoghurt dipengaruhi oleh adanya bakteri asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi. Pada yoghurt dengan penambahan *starter* 6% sedikit memiliki aroma tempe sehingga kurang disukai dibandingkan dengan yoghurt dengan penambahan konsentrasi *starter* lainnya.

Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu senyawa pendonor electron yang mampu menghambat reaksi oksidasi serta meredam dampak negatif oksidasi dengan cara mengikat radikal bebas (Hidayah dkk., 2021). Aktivitas antioksidan dapat diukur dengan penggunaan radikal bebas *2,2-difenil-1-pikrilhidrazil* (DPPH) yang diukur penurunan serapan pada panjang gelombang maksimumnya ketika sudah ditambahkan dengan sampel. Penurunan serapan terjadi akibat adanya antioksidan yang telah menetralkan molekul radikal bebas. DPPH merupakan suatu radikal bebas yang stabil sehingga aman untuk digunakan dalam penelitian serta membentuk dimerisasi akibat dari delokalisasi dari elektron bebas. Warna ungu yang dimiliki oleh DPPH terbentuk dari delokalisasi elektron bebas. Pelarut yang baik untuk DPPH adalah pelarut metanol atau pun etanol yang tidak akan mempengaruhi pengujian. metode DPPH merupakan metode yang mudah, sederhana dan cepat serta sensitifitasnya yang tinggi (Apriani & Pratiwi, 2021). Namun DPPH merupakan senyawa yang sangat sensitif terhadap cahaya, sehingga dalam pengujiannya harus dilakukan di tempat gelap dan minim cahaya sebab DPPH yang sering terpapar cahaya akan sulit dibaca absorbansinya (Sukamdi dkk., 2024).

Biji sorghum memiliki senyawa fenol seperti flavonoid, asam fenolik dan senyawa tanin terkondensasi yang merupakan komponen senyawa antioksidan yang dapat menghambat pertumbuhan tumor (Winiastri, 2021). Berdasarkan Gambar 5 didapatkan bahwa aktivitas antioksidan yang dinyatakan dalam %inhibisi terhadap DPPH sebesar 52,77% - 56,14%. Nilai %inhibisi yang semakin tinggi menunjukkan semakin kuat aktivitas antioksidannya. Nilai aktivitas antioksidan ini lebih rendah dibandingkan aktivitas antioksidan tempe sorgum sebesar 86,90% (Fahrozi, 2022). Hal ini terjadi karena proses pembuatan tempe sorgum melibatkan perendaman serta perebusan yang dapat menurunkan kandungan tanin dalam sorgum karena bersifat larut terhadap air.

Selain itu dalam fermentasi tempe dengan menggunakan jamur *Rhizopus oligosporus* menghasilkan enzim tanin asil hidrolase (tanase) yang berperang menghidrolisis ikatan ester yang terdapat dalam tanin dan mengakibatkan kandungan tanin menurun (Setiarto & Widhyastuti, 2016).



Gambar 5. Perbandingan aktivitas antioksidan

Enzim tanase tidak hanya dapat dihasilkan saat fermentasi tempe oleh *R. oligosporus*, namun enzim tanase juga dapat dihasilkan oleh strain *L. bulgaricus* sesuai dengan yang dilaporkan oleh Oriabinska *et al.* (2018) sehingga dapat menurunkan kandungan tanin dalam yoghurt tempe sorgum. Penurunan aktivitas antioksidan dapat berhubungan dengan pH, peningkatan kadar asam laktat dapat menurunkan derajat keasaman (pH) (Ridwan dkk., 2020). Peningkatan pH akan meningkatkan aktivitas antioksidannya, sehingga semakin rendah pH maka aktivitas antioksidan akan semakin menurun. Dalam suasana asam senyawa fenolik akan lebih stabil dan sulit melepaskan proton yang dapat berikatan dengan DPPH (Widnyani dkk., 2023). Pada pH yang rendah, proton atau ion hidrogen sangat stabil sehingga cenderung untuk tidak dilepaskan lebih banyak proton.

KESIMPULAN

Hasil terbaik pada uji kualitas mutu ditunjukkan oleh perlakuan dengan penambahan starter 10% dengan nilai keasaman 0,8815%, kadar abu 0,770%, kadar protein 40,259 mg/mL dan cemaran logam Cu 1,05 mg/kg. Serta hasil terbaik pada uji organoleptik dengan tingkat kesukaan terbaik yaitu pada penambahan starter 10%, dengan nilai 4,37 pada parameter penampakan, 4,34 pada parameter rasa, dan 4,14 pada parameter Bau. Sedangkan aktivitas antioksidan pada penambahan starter 6%,8%,10% berturut – turut sebesar 56,144%; 53,252%; 52,769%.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, D. 2015. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap kandungan fenolik dan antioksidan tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) pada fase awal vegetatif. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Jember. Jember.

- Alawiyah, A., Adriani, L. & Rusmana, D. 2021. Status hematologik ayam sentul dengan penambahan ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang disuplementasi Cu dan Zn dalam ransum. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*. 1(2): 11-17.
- Apriani, S. & Pratiwi, F.D. 2021. Aktvitas antioksidan ekstrak bunga telang (*Clitoria ternatea* L.) menggunakan metode DPPH (2, 2 diphenyl 1-1 pickrylhydrazyl). *Jurnal Ilmiah Kohesi*. 5(3): 83-89.
- Asa, J.Y., Ballo, A. & Ledo, M.E.S. 2023. Fisikokimia dasar yoghurt jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata). *Sciscitatio*.,4(2): 87-92.
- Desnilasari, D., Kusuma, S.A., Ekafitri, R. and Kumalasari, R., 2020. Pengaruh jenis bakteri asam laktat dan lama fermentasi terhadap mutu tepung pisang tanduk (*Musa corniculata*). *Biopropal Industri*. 11(1): 19-31.
- Fahrozi, A. 2022. Pengaruh jenis pengolahan terhadap kandungan beta-glukan, total fenol dan aktivitas aantioksidan pada sorgum (*Sorgum bicolor* L.) dan produk olahan sorgum. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Fikriyah, Y.U. & Nasution, R.S. 2021. Analisis kadar air dan kadar abu pada teh hitam yang dijual di pasaran dengan menggunakan metode gravimetri. *Amina*. 3(2): 50-54.
- Hadinoto, S. & Syukroni, I. 2019. Pengukuran protein terlarut air cucian gelembung renang dan kulit ikan tuna menggunakan metode Bradford. *Majalah Biam*. 15(1): 15-20.
- Hidayah, H., Kusumawati, A.H., Sahevtiyani, S. & Amal, S. 2021. Literature review article: Aktivitas antioksidan formulasi serum wajah dari berbagai tanaman. *Journal of Pharmacopolium*. 4(2): 75–80.
- Irdianty, M.S., Harti, A.S. & Windyastuti, E. 2023. Synbiotic soygurt tempe extract as a functional drink for stunting prevention. *International Journal of Public Health Excellence*. 3(1): 288-299.
- Kartikaningrum, A.R., Setiyoko, A. & Slamet, A. 2024. Pengaruh penambahan ekstrak kulit buah naga merah dan variasi konsentrasi starter terhadap karakteristik soygurt. *Journal of Food and Agricultural Technology*. 1(2): 106-117.
- Kurniawati, A.D., Gati, A.R., Nurjanah, A.H. & Latifasari, N. 2024. Pengaruh konsentrasi starter terhadap karakteristik sensori yoghurt. *Journal of Technology and Food Processing*. 4(1): 36-41.
- Labiba, N.M., Marjan, A.Q. & Nasrullah, N., 2020. Pengembangan soyghurt (yoghurt susu kacang kedelai) sebagai minuman probiotik tinggi isoflavon. *Amerta Nutrition*. 4(3): 244-249.
- Lestari, M. (2021). Pengaruh persentase starter yoghurt terhadap kualitas yoghurt susu kacang merah dalam praktikum biokimia 2. Skripsi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Munir, N.F., Tartar, S.U. & Ashari, N. 2023. Pengaruh variasi kemasan dan lama fermentasi terhadap karakteristik mutu tempe sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *PROPER: Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 1(2): 68-75.

- Mustika, S., Yasni, S. & Suliantari, S. 2019. Pembuatan yoghurt susu sapi segar dengan penambahan puree ubi jalar ungu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*. 2(3): 97-101.
- Nasarani, E.E.B. & Winarti, S. 2023. Karakteristik yoghurt probiotik dari filtrat biji dan daging buah labu madu dengan lama fermentasi yang berbeda. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*. 7(3): 1051-1060.
- Oriabinska, L., Dziuba, O. & Dugan, O. 2018. *Lactobacillus* as producers of extracellular tannase. *Biotechnologia Acta*. 11(5): 65-73.
- Purba, R.A., Rusmarilin, H. & Nurminah, M. 2012. Studi pembuatan yoghurt bengkang instan dengan berbagai konsentrasi susu bubuk dan starter. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 1(1): 6-15.
- Ridwan, M., Saefulhadjar, D. & Hernaman, I. 2020. Kadar asam laktat, amonia dan pH silase limbah singkong dengan pemberian molases berbeda. *Majalah Ilmiah Peternakan*. 23(1): 30-34.
- Setiarto, R.H.B. & Widhyastuti, N. 2016. Penurunan kadar tanin dan asam fitat pada tepung sorgum melalui fermentasi *Rhizopus oligosporus*, *Lactobacillus plantarum* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Berita Biologi*. 15(2): 149-157.
- Suci, P.R., Alim, L.M. & Sativa, S.O.N. 2024. Analisis kadar logam berat timbal (Pb) pada makanan kaleng daging giling berbagai merk. *OBAT: Jurnal Riset Ilmu Farmasi dan Kesehatan*. 2(2): 20-31.
- Sukamdi, D.P., Harimurti, S., Amany, K. & Damarwati, V.L. 2024. Peningkatan kemampuan antioksidan pada krim kulit jeruk nipis (*Citrus aurantifolia* S) menggunakan VCO dengan metode DPPH. *Journal of Current Pharmaceutical Sciences*. 7(2): 702-708.
- Tuapattinaya, P.M., Simal, R. & Warella, J.C. 2021. Analisis kadar air dan kadar abu teh berbahan dasar daun lamun (*Enhalus acoroides*). *BIOPENDIX: Jurnal Biologi, Pendidikan dan Terapan*. 8(1): 16-21.
- Utami, M.R., Nurfadhila, L., Iskandar, P.M., Maharani, S.A. & Aryani, A.N. 2022. Studi literatur: Identifikasi cemaran tembaga Cu pada makanan dan minuman. *PharmaCine: Journal of Pharmacy, Medical and Health Science*. 3(2): 111-122.
- Widnyani, I.A.P.A., Yoga, W.K., Sintyadewi, P.R. & Ariani, N.K.S. 2023. Potential antioxidant kombucha fortified with balinese salak juice (*Salacca zalacca* Var Amboinensis) from Karangasem District. *Jurnal Biologi Tropis*. 23(1): 411-418.
- Widowaty, W., Zakaria, A. & Nurfiana, T.Y. 2020. Analisis cemaran logam (Cu dan Zn) pada kopi bubuk. *Agroscience*. 10(1): 79-83.
- Winiastri, D. 2021. Formulasi snack bar tepung sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dan labu kuning (*Cucurbita moschata*) ditinjau dari uji organoleptik dan uji aktivitas antioksidan. *Jurnal Inovasi Penelitian*. 2(2): 751-764.