

## **Karakteristik Kimia Dan Organoleptik *Set* Yogurt Dengan Penambahan Tepung Daun *Indigofera* (*Indigofera zollingeriana*)**

*Chemical and Organoleptic Characteristics of Set Yogurt with Added Indigofera Leaf Flour (*Indigofera zollingeriana*)*

**Yana Mulyana<sup>1</sup>, Atia Fizriani<sup>1</sup>, Robi Tubagus<sup>1</sup>, Anita Khairunnisa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Garut, Indonesia

\*Korespondensi penulis: [yanamulyanaf4@gmail.com](mailto:yanamulyanaf4@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Daun *Indigofera zollingeriana* memiliki kandungan protein yang tinggi ( $\pm 27,9\%$ ) sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan fortifikasi pada produk susu fermentasi dan dapat mendukung aktivitas bakteri asam laktat selama fermentasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan tepung daun *Indigofera* serta menentukan perlakuan terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan organoleptik pada *set yogurt*. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan: P1 (0% tepung *Indigofera*), P2 (1%), P3 (2%), dan P4 (3%), masing-masing dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi total asam laktat, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar kalsium, serta uji organoleptik (rasa, warna, aroma, tekstur, dan penerimaan keseluruhan). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung daun *Indigofera* berpengaruh nyata terhadap parameter kimia (kadar abu, total asam laktat, kadar protein, kadar lemak, dan kadar kalsium) serta organoleptik (rasa, warna, aroma, dan penerimaan keseluruhan), sedangkan tekstur tidak berbeda nyata antarperlakuan. Perlakuan terbaik adalah P3 (2% tepung *Indigofera*) dengan kadar abu 0,90%, total asam laktat 0,54%, kadar protein 7,18%, kadar lemak 2,94%, dan kadar kalsium 244,63 mg/100 g, serta skor organoleptik: rasa 6,40, warna 5,07, aroma 2,93, tekstur 2,67, dan keseluruhan 4,33. Dengan demikian, penambahan tepung daun *Indigofera* pada level 2% dapat meningkatkan mutu kimia sekaligus menghasilkan penerimaan sensori yang baik pada *set yogurt*.

**Kata kunci:** *Indigofera zollingeriana*, *set yogurt*, fortifikasi, karakteristik kimia, organoleptik.

### **ABSTRACT**

*Indigofera zollingeriana* leaves contain a high protein level ( $\approx 27.9\%$ ), which may serve as a nitrogen source to support lactic acid bacteria activity during milk fermentation and can be utilized as a fortifying ingredient in fermented dairy products. This study aimed to evaluate the effects of *Indigofera* leaf powder addition and to determine the optimal treatment based on chemical and sensory characteristics of set-type yogurt. A Completely Randomized Design (CRD) was applied with four treatments: P1 (0% *Indigofera* leaf powder), P2 (1%), P3 (2%), and P4 (3%), each performed in triplicate. Observed parameters included total lactic acid, ash

*content, protein content, fat content, calcium content, and sensory attributes (taste, color, aroma, texture, and overall acceptability) using a hedonic test. The results indicated that Indigofera leaf powder significantly affected chemical properties (ash, total lactic acid, protein, fat, and calcium) and sensory attributes (taste, color, aroma, and overall acceptability), while texture did not differ significantly among treatments. The best treatment was P3 (2% Indigofera leaf powder), yielding ash content 0.90%, total lactic acid 0.54%, protein 7.18%, fat 2.94%, and calcium 244.63 mg/100 g, with hedonic scores of taste 6.40, color 5.07, aroma 2.93, texture 2.67, and overall acceptability 4.33. In conclusion, adding 2% Indigofera zollingeriana leaf powder improved the chemical quality and produced favorable sensory acceptance of set-type yogurt.*

**Keywords:** *Indigofera zollingeriana; set-type yogurt; fortification; chemical characteristics; sensory evaluation.*

## PENDAHULUAN

Yogurt merupakan produk olahan susu hasil fermentasi oleh bakteri asam laktat (BAL), terutama *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, serta dapat melibatkan BAL lain seperti *Lactobacillus acidophilus* untuk pengembangan karakter fungsional dan sensori. Proses fermentasi ini menghasilkan asam laktat yang menurunkan pH, membentuk karakter rasa asam khas, serta memengaruhi tekstur melalui koagulasi protein susu.

Berdasarkan proses dan karakter fisiknya, yogurt dibedakan menjadi beberapa tipe. Salah satu klasifikasi yang umum adalah yogurt yang diaduk (*stirred yogurt*) dan yogurt yang tidak diaduk (*set yogurt*). *Set yogurt* dibentuk dengan fermentasi langsung dalam wadah kemasan tanpa pengadukan setelah koagulasi, sehingga menghasilkan gel yang lebih kompak dan tekstur lebih kental (Sumarsono, 2016). Dari sisi rasa, produk yogurt juga dapat dikelompokkan menjadi yogurt tawar dan yogurt dengan penambahan bahan perisa seperti buah. Yogurt buah dibuat dengan penambahan ekstrak atau bagian buah tertentu yang meningkatkan aroma serta rasa khas produk (Jonathan dkk., 2022), sedangkan yogurt tawar menonjolkan karakter asam-fermentatif dari aktivitas starter. Secara umum, *set yogurt* cenderung berwarna putih, memiliki cita rasa asam yang kuat, dan tekstur yang sangat kental (Purnamasari, 2015).

Kekentalan yogurt berkaitan erat dengan aktivitas starter dan dinamika penurunan pH selama fermentasi. Penurunan pH selama fermentasi hingga mendekati pH isoelektrik kasein ( $\pm 4,6$ ) memicu koagulasi protein dan pembentukan jaringan gel yang menentukan viskositas serta kekuatan gel *set yogurt*. Perbedaan starter dan bahan tambahan dapat mengubah laju pengasaman dan struktur gel, sehingga memengaruhi kualitas tekstur yang dihasilkan (Candraning Astuti, 2016). Karena itu, inovasi formulasi pada *set yogurt* tidak hanya memengaruhi karakter kimia (misalnya pH, total asam, komponen padatan), tetapi juga berdampak langsung pada penerimaan organoleptik seperti warna, aroma, rasa, dan tekstur.

Salah satu bahan yang berpotensi dikembangkan sebagai fortifikan sekaligus sumber pewarna alami pada produk susu fermentasi adalah daun *Indigofera zollingeriana*. Tanaman

Indigofera dikenal dan telah dimanfaatkan di Indonesia, terutama di wilayah Jawa, sebagai bahan pewarna alami. Selain fungsinya sebagai pewarna, daun *I. zollingeriana* juga dilaporkan memiliki kandungan protein yang relatif tinggi (27,9%) serta kandungan mineral (0,22%) yang mencakup kalsium dan fosfor (Ginting et al., 2017; Abdullah & Suharlina, 2010). Komposisi gizi tersebut menunjukkan bahwa tepung daun Indigofera berpotensi tidak hanya meningkatkan nilai tambah nutrisi dan memperbaiki karakter warna, tetapi juga dapat memengaruhi sifat fisikokimia *set yogurt* melalui interaksi komponen daun dengan matriks protein susu selama proses fermentasi dan pembentukan gel.

Namun demikian, informasi ilmiah mengenai dampak penambahan tepung daun *Indigofera zollingeriana* pada *set yogurt* masih terbatas, baik terkait perubahan parameter kimia fermentasi maupun penerimaan organoleptik produk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi konsentrasi tepung daun *Indigofera zollingeriana* terhadap karakteristik kimia *set yogurt* (misalnya pH dan total asam serta parameter kimia lain yang relevan), serta mengevaluasi karakteristik organoleptik meliputi warna, aroma, rasa, tekstur, dan tingkat kesukaan panelis. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menentukan konsentrasi penambahan tepung daun Indigofera yang optimal, yaitu yang mampu memberikan nilai tambah (warna alami dan potensi peningkatan gizi) tanpa menurunkan mutu kimia dan daya terima organoleptik *set yogurt*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap, yaitu: (1) pembuatan *mother culture* dan *bulk culture* bakteri asam laktat (BAL) (modifikasi Lyo-San Inc., 2015), (2) pembuatan tepung daun *Indigofera zollingeriana* (Komalasari, 2017), dan (3) pembuatan *set yogurt* dengan penambahan tepung daun Indigofera (modifikasi Aufa dkk., 2020). Produk *set yogurt* yang dihasilkan selanjutnya dianalisis melalui uji mikrobiologi, uji kimia, dan uji organoleptik, serta dilakukan analisis data.

Analisis mikrobiologi dilakukan dengan pengujian total BAL menggunakan metode hitung cawan sesuai prosedur (Apriyantono dkk., 1989). Analisis kimia meliputi kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak mengacu pada AOAC (2005), serta kadar kalsium mengacu pada SNI (2004). Uji organoleptik dilakukan menggunakan uji hedonik (uji kesukaan) terhadap atribut rasa, aroma, tekstur, dan kesukaan keseluruhan. Uji hedonik melibatkan 25 panelis, dan penilaian dilakukan melalui pengisian lembar kuesioner setelah panelis mencicipi sampel *set yogurt* tepung daun Indigofera (Setyaningsih dkk., 2018). Data yang diperoleh kemudian dianalisis sesuai rancangan penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung daun Indigofera terhadap karakteristik produk.

## Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan *set yogurt* adalah susu segar dan tepung daun *Indigofera zollingeriana* yang diperoleh dari perkebunan warga Kampung Cogreg, Leles

Garut. Starter yang digunakan berupa kultur beku-kering (*freeze-dried*) (misalnya produk komersial Yogourmet) dengan kultur bakteri aktif, seperti *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*, serta kultur pendamping (misalnya *Bifidobacterium longum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus rhamnosus*, dan *Lactobacillus helveticus*) dengan bahan pembawa maltodekstrin (sesuai label produk). Bahan tambahan lainnya meliputi susu skim bubuk (NZMP) dan gula pasir.

Bahan kimia untuk analisis meliputi akuades, NaOH, KCN, Na<sub>2</sub>EDTA, indikator murexide, asam borat (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, indikator bromokresol, metanol, dan HCl

### Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan produk meliputi blender (Philips), kompor (Rinnai), saringan, spatula, baskom, termometer, *styrofoam box* dan lampu (Philips) sebagai inkubator sederhana (bila digunakan), serta wadah fermentasi. Alat untuk analisis meliputi botol Schott (Duran), gelas beker (Pyrex), Erlenmeyer (Pyrex), cawan porselen, tanur, kompor listrik, pencapit cawan, desikator, kertas saring, timbangan analitik, buret, pH meter, labu ukur, gelas ukur, tabung reaksi (Iwaki) beserta rak tabung, *hot plate* (IKA C-MAG HS 7), cawan petri (Onemed), corong (Pyrex), mikropipet, autoklaf, pipet tetes, pipet kaca (Pyrex), aluminium foil, kasa, kapas, inkubator, serta *laminar air flow* (LAF)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Analisis Kimia Set Yogurt

Perlakuan	TotalAsam laktat(%)	Kadar abu (%db)	Kadar Protein (%wb)	Kadar Lemak (%wb)	Kadar Kalsium (mg/100g)
P1 (Tepung daun indigofera 0%)	0,44 ± 0,04 <sup>a</sup>	0,85 ± 0,01 <sup>a</sup>	5,27 ± 0,08 <sup>a</sup>	1,58 ± 0,03 <sup>a</sup>	162,95 ± 0,24 <sup>a</sup>
P2 (Tepung daun indigofera 1%)	0,45 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,86 ± 0,02 <sup>a</sup>	6,45 ± 0,05 <sup>b</sup>	2,15 ± 0,02 <sup>b</sup>	189,24 ± 0,17 <sup>b</sup>
P3 (Tepung daun indigofera 2%)	0,54 ± 0,4 <sup>ab</sup>	0,90 ± 0,02 <sup>ab</sup>	7,18 ± 0,4 <sup>c</sup>	2,94 ± 0,02 <sup>a</sup>	244,63 ± 0,16 <sup>c</sup>
P3 (Tepung daun indigofera 3%)	0,62 ± 0,10 <sup>b</sup>	0,93 ± 0,41 <sup>b</sup>	7.63 ± 0,11 <sup>d</sup>	3,23 ± 0,01 <sup>d</sup>	278,05 ± 0,1 <sup>d</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang di tandai dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata uji DMRT taraf 5%.

### Total Asam Laktat

Berdasarkan Tabel 1, total asam laktat set yogurt cenderung meningkat seiring bertambahnya konsentrasi tepung daun *Indigofera zollingeriana*. Perlakuan P4 (3%) menghasilkan total asam laktat tertinggi yaitu 0,62 ± 0,10% dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan terendah P1 (0%) sebesar 0,44 ± 0,04% (DMRT 5%). Peningkatan ini menunjukkan

bahwa penambahan tepung daun *Indigofera* berpotensi mendukung proses pengasaman selama fermentasi, sehingga produksi asam organik, khususnya asam laktat, menjadi lebih tinggi.

Hasil ini sejalan dengan penelitian Sadiyah *et al.* (2017) pada produk kefir kacang hijau, yang melaporkan bahwa total asam produk fermentasi berada pada kisaran 1,43–1,71%, sebagai akibat aktivitas bakteri asam laktat selama fermentasi. Meskipun bahan baku dan jenis produk berbeda, kecenderungan peningkatan total asam tersebut menunjukkan bahwa keberadaan komponen nutrisi tambahan dalam matriks pangan fermentasi dapat meningkatkan aktivitas metabolik bakteri asam laktat, yang ditandai dengan akumulasi asam laktat dan penurunan pH.

Secara teoritis, bahan tambahan nabati dapat menyediakan substrat atau senyawa pendukung yang memengaruhi pertumbuhan dan dominansi bakteri asam laktat, sehingga laju pembentukan asam meningkat. Selain itu, kondisi awal bahan dengan kecenderungan pH relatif asam juga dapat menciptakan lingkungan yang lebih kondusif bagi bakteri asam laktat penghasil asam selama fermentasi (Tarigan & Ginting, 2011).

### **Kadar Abu**

Kadar abu *set yogurt* meningkat dari  $0,85 \pm 0,01\%$  (P1) menjadi  $0,93 \pm 0,41\%$  (P4). Secara statistik, P4 menunjukkan nilai yang berbeda nyata dari P1 dan P2, sedangkan P3 berada pada kelompok antara (DMRT 5%). Kadar abu didefinisikan sebagai residu anorganik yang tersisa setelah proses pengabuan/oksidasi sempurna bahan organik, sehingga sering digunakan sebagai indikator total mineral dalam bahan pangan (Ismail, 2017). Peningkatan kadar abu pada penelitian ini mengindikasikan bahwa penambahan tepung daun *Indigofera* menambah kontribusi mineral ke dalam matriks yogurt. Fenomena serupa dilaporkan pada yogurt yang difortifikasi bubuk daun, di mana peningkatan level fortifikan cenderung meningkatkan parameter mineral/abu karena bahan nabati membawa fraksi mineral yang relatif tinggi (Saeed *et al.*, 2020; Siddique *et al.*, 2025). Dengan demikian, semakin tinggi konsentrasi tepung daun *Indigofera* yang ditambahkan, semakin besar kontribusinya terhadap total residu anorganik (abu) pada *set yogurt*.

### **Kadar Protein**

Kadar protein *set yogurt* meningkat nyata pada setiap kenaikan konsentrasi tepung daun *Indigofera*, yaitu dari  $5,27 \pm 0,08\%$  (P1) menjadi  $7,63 \pm 0,11\%$  (P4), dengan perbedaan nyata antar perlakuan. Peningkatan ini logis karena tepung daun *Indigofera zollingeriana* dilaporkan memiliki kandungan protein kasar tinggi ( $\approx 27,9\%$  basis BK), sehingga penambahan dalam bentuk tepung akan menaikkan kontribusi protein total pada formulasi yogurt (Abdullah & Suharlina, 2010; Termizi *et al.*, 2024). Selain itu, penggunaan susu skim/susu skim bubuk dalam formulasi juga dapat meningkatkan kadar protein karena memperkaya *milk solids-not-fat* (MSNF) dan kandungan protein pada basis susu sebelum fermentasi; fortifikasi protein melalui penambahan bahan padatan susu seperti skim milk powder merupakan praktik umum untuk meningkatkan nilai gizi dan karakter fungsional yogurt (Karam *et al.*, 2013; de Souza *et al.*, 2021). Jika mengacu pada SNI 2981:2009 yang menetapkan kadar protein minimum yogurt sebesar 2,7%, maka seluruh perlakuan pada penelitian ini berada di atas batas minimum tersebut, sehingga dari aspek protein, *set yogurt* yang dihasilkan memenuhi kriteria mutu (BSN, 2009).

### **Kadar Lemak**

Kadar lemak *set yogurt* menunjukkan kecenderungan meningkat seiring penambahan tepung *Indigofera*, yaitu  $1,58 \pm 0,03\%$  (P1);  $2,15 \pm 0,02\%$  (P2);  $2,94 \pm 0,02\%$  (P3); hingga  $3,23 \pm 0,01\%$  (P4). Peningkatan kadar lemak ini dapat dijelaskan oleh dua hal: (1) adanya kontribusi fraksi lipid dari bahan fortifikan (tepung daun) yang menambah komponen lemak pada campuran, dan/atau (2) meningkatnya total padatan yang dapat menaikkan nilai komposisi proksimat berbasis bobot (*wet basis*), sehingga persentase lemak terukur cenderung lebih tinggi. Secara umum, fortifikasi yogurt dengan bahan nabati (daun/ekstrak/tepung tanaman) memang dapat mengubah komposisi kimia termasuk parameter proksimat seperti lemak, walaupun arah perubahannya dapat berbeda tergantung jenis bahan, konsentrasi, dan formulasi (Dhawi et al., 2020; Ranadheera et al., 2022; Wazzan, 2024). Temuan bahwa kadar lemak dapat berubah akibat fortifikasi juga terlihat pada yoghurt yang diperkaya bubuk daun, di mana beberapa studi melaporkan perubahan kadar lemak selama pengembangan produk (Siddique et al., 2025). Di sisi lain, apabila dalam formulasi digunakan susu skim atau susu skim bubuk sebagai bahan standar, kadar lemak awal bahan baku cenderung lebih rendah dibanding susu full cream; penambahan padatan susu (misalnya skim milk powder) terutama meningkatkan fraksi padatan tanpa lemak dan dapat memodifikasi profil fisikokimia produk tanpa harus menaikkan lemak setinggi formulasi berbasis susu berlemak (de Souza et al., 2021; Garczewska-Murzyn et al., 2021; Kowalska et al., 2024).

### **Kadar Kalsium**

Kadar kalsium *set yogurt* meningkat nyata seiring bertambahnya konsentrasi tepung *Indigofera zollingeriana*, dari  $162,95 \pm 0,24 \text{ mg/100g}$  (P1) menjadi  $278,05 \pm 0,10 \text{ mg/100g}$  (P4), dengan perbedaan nyata antarperlakuan (DMRT 5%). Peningkatan ini menunjukkan bahwa tepung daun *Indigofera* berkontribusi sebagai sumber mineral, terutama kalsium, sehingga fortifikasi pada *set yogurt* efektif meningkatkan kandungan kalsium produk. Hal tersebut konsisten dengan prinsip fortifikasi di mana penambahan bahan nabati kaya mineral dapat menaikkan kandungan mineral (termasuk Ca) pada yogurt dan produk susu fermentasi (Ahmad et al., 2022). Tren serupa juga dilaporkan pada yogurt yang difortifikasi bahan nabati (misalnya moringa), yang menunjukkan peningkatan kandungan mineral termasuk kalsium seiring peningkatan level fortifikan (Dhawi et al., 2020; Siddique et al., 2025). Dari sisi gizi, kalsium merupakan makromineral esensial yang berperan dalam mineralisasi tulang dan gigi serta terlibat dalam fungsi fisiologis penting seperti kontraksi otot dan regulasi proses seluler (Zhukouskaya & Bardet, 2022; Ali, 2023). Dengan demikian, penambahan tepung daun *Indigofera* berpotensi meningkatkan nilai fungsional *set yogurt* dari aspek mineral, selama atribut organoleptik masih dapat diterima.

### Uji organoleptik

Tabel 2. Hasil uji organoleptik set yogurt

Perlakuan	Rasa	Warna	Aroma	Tekstur	Keseluruhan
P1(Tepung daun indigofera 0%)	1,43 ± 0,50 <sup>a</sup>	1,43 ± 0,50 <sup>a</sup>	1,60 ± 0,56 <sup>b</sup>	2,40 ± 1,25 <sup>a</sup>	1,50 ± 0,50 <sup>a</sup>
P2 (Tepung daun indigofera 1%)	3,33 ± 1,27 <sup>b</sup>	3,60 ± 0,89 <sup>b</sup>	2,90 ± 0,84 <sup>b</sup>	2,67 ± 0,90 <sup>a</sup>	3,53 ± 0,86 <sup>b</sup>
P3 (Tepung daun indigofera 2%)	5,93 ± 0,87 <sup>c</sup>	5,07 ± 0,64 <sup>c</sup>	3,13 ± 0,84 <sup>bc</sup>	2,67 ± 0,88 <sup>a</sup>	4,33 ± 0,92 <sup>b</sup>
P4 (Tepung daun indigofera 3%)	6,60 ± 1,02 <sup>c</sup>	6,57 ± 0,57 <sup>d</sup>	3,37 ± 0,56 <sup>c</sup>	2,77 ± 0,92 <sup>a</sup>	6,20 ± 0,89 <sup>c</sup>

Keterangan : Nilai rata-rata perlakuan yang di tandai dengan huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada uji DMRT taraf 5%.

### Rasa

Skor kesukaan rasa meningkat seiring peningkatan konsentrasi tepung Indigofera, dari P1 = 1,43 ± 0,50<sup>a</sup> menjadi P4 = 6,60 ± 1,02<sup>c</sup> (Tabel 2). Secara statistik, P1 berbeda nyata dengan P2, dan P2 berbeda nyata dengan P3/P4, sedangkan P3 dan P4 tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung Indigofera hingga 2–3% menghasilkan rasa yang paling disukai panelis.

Peningkatan kesukaan rasa dapat terjadi karena munculnya karakter rasa khas dari komponen daun (misalnya rasa “herbal/green note”) yang pada konsentrasi tertentu justru dianggap menarik dan menambah kompleksitas rasa produk. Walaupun daun berpotensi mengandung senyawa fenolik seperti tanin yang dapat menimbulkan kesan sepat (Atman & Alfian, 2018), pada konsentrasi 1–3% efek sepat tersebut kemungkinan tidak dominan atau dapat tereduksi oleh matriks susu/fermentasi sehingga rasa akhir lebih diterima. Selain itu, rasa khas yogurt juga terbentuk dari hasil fermentasi dan senyawa volatil; aktivitas bakteri selama fermentasi menghasilkan komponen yang membangun profil rasa khas yogurt (Rahmawati, 2015). Interaksi rasa khas yogurt dan karakter daun Indigofera pada perlakuan P3–P4 tampaknya menghasilkan profil rasa yang paling disukai panelis.

### Warna

Atribut warna menunjukkan peningkatan skor yang paling konsisten dengan meningkatnya konsentrasi Indigofera: P1 = 1,43 ± 0,50<sup>a</sup>, P2 = 3,60 ± 0,89<sup>b</sup>, P3 = 5,07 ± 0,64<sup>c</sup>, dan P4 = 6,57 ± 0,57<sup>d</sup>. Seluruh perlakuan memiliki huruf superskrip berbeda (a–d), artinya setiap kenaikan konsentrasi menghasilkan perbedaan nyata (DMRT 5%).

Peningkatan penerimaan warna ini sangat mungkin terkait dengan terbentuknya warna hijau alami dari pigmen daun (terutama klorofil dan komponen pewarna alami lainnya), sehingga produk tampak lebih menarik dan “berkarakter” dibanding kontrol (tanpa penambahan) (Abdullah dkk., 2010). Dengan kata lain, pada penelitian ini warna hijau yang semakin kuat akibat peningkatan konsentrasi tepung Indigofera justru meningkatkan kesukaan panelis, dengan nilai tertinggi pada P4 (3%).

### Aroma

Skor kesukaan aroma meningkat dari  $1,60 \pm 0,56^b$  (P1) menjadi  $3,37 \pm 0,56^c$  (P4). Secara statistik, P1 dan P2 tidak berbeda nyata (keduanya huruf b), P3 berada di kelompok antara (bc) sehingga tidak berbeda nyata baik dengan kelompok b maupun c, sedangkan P4 (c) berbeda nyata dibanding kelompok b. Ini menunjukkan bahwa penambahan *Indigofera* pada level tinggi (3%) memberikan aroma yang lebih disukai dibanding kontrol/1%, sedangkan pada 2% aromanya “transisi” (diterima namun tidak sekuat P4).

Aroma yogurt secara umum dibentuk oleh senyawa volatil hasil fermentasi seperti asetaldehida, diasetil, dan asam asetat, di mana starter (termasuk *Streptococcus thermophilus*) berperan penting dalam pembentukan aroma khas tersebut (Rahmawati, 2015). Penambahan *Indigofera* dapat menambahkan aroma khas daun yang pada konsentrasi tertentu memberikan kesan lebih segar/unik sehingga meningkatkan penerimaan. Hasil Tabel 2 menunjukkan bahwa pada rentang 0–3%, aroma *Indigofera* tidak menjadi “pengganggu”, bahkan pada P4 cenderung meningkatkan kesukaan.

### Tekstur

Skor tekstur berkisar 2,40–2,77 dan seluruh perlakuan memiliki superskrip yang sama (a), sehingga tidak berbeda nyata pada DMRT 5%:  $P1 = 2,40 \pm 1,25^a$ ,  $P2 = 2,67 \pm 0,90^a$ ,  $P3 = 2,67 \pm 0,88^a$ ,  $P4 = 2,77 \pm 0,92^a$ . Artinya, penambahan tepung *Indigofera* sampai 3% belum cukup kuat mengubah persepsi tekstur secara signifikan.

Secara mekanistik, tekstur *set yogurt* terutama ditentukan oleh pembentukan gel protein susu selama fermentasi. Penambahan bahan kering dapat meningkatkan total padatan dan berpotensi meningkatkan kekokohan gel atau kemampuan mengikat air, tetapi pada konsentrasi 1–3% pengaruhnya tampaknya belum cukup besar untuk dibedakan secara sensori oleh panelis (Damayanti, 2020). Variabilitas skor (SD relatif besar pada P1) juga dapat membuat perbedaan kecil menjadi tidak nyata secara statistik.

### Keseluruhan

Kesukaan keseluruhan meningkat tajam seiring peningkatan konsentrasi *Indigofera*:  $P1 = 1,50 \pm 0,50^a$ ,  $P2 = 3,53 \pm 0,86^b$ ,  $P3 = 4,33 \pm 0,92^b$ , dan  $P4 = 6,20 \pm 0,89^c$ . Secara statistik, P2 dan P3 tidak berbeda nyata (keduanya huruf b), namun keduanya berbeda nyata dari P1 (a) dan P4 (c). Ini menunjukkan bahwa formulasi paling disukai panelis adalah P4 (3%), sedangkan kontrol (P1) paling rendah.

Secara sensori, penerimaan keseluruhan umumnya merupakan integrasi dari atribut utama (warna, aroma, rasa, tekstur). Karena pada penelitian ini rasa dan warna meningkat signifikan seiring penambahan *Indigofera*, maka kedua atribut tersebut sangat mungkin menjadi pendorong utama meningkatnya kesukaan keseluruhan. Hal ini selaras dengan konsep bahwa preferensi panelis terhadap produk pangan dipengaruhi oleh kombinasi warna, aroma, rasa, dan tekstur (Harjiyanti dkk., 2014).

### KESIMPULAN

Penambahan tepung daun *Indigofera zollingeriana* pada *set yogurt* berpengaruh nyata terhadap karakteristik kimia dan penerimaan sensori. Secara kimia, peningkatan konsentrasi tepung *Indigofera* dari 0% (P1) hingga 3% (P4) cenderung meningkatkan total asam laktat, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, dan kadar kalsium, dengan nilai tertinggi umumnya pada

perlakuan P4 (3%). Peningkatan kadar abu dan kalsium menunjukkan kontribusi mineral dari Indigofera, sedangkan kenaikan protein dan lemak menunjukkan kontribusi komponen proksimat dari tepung daun pada matriks yogurt. Secara organoleptik, peningkatan konsentrasi tepung Indigofera juga menaikkan skor rasa, warna, aroma, tekstur, dan penilaian keseluruhan, dengan perlakuan P4 (3%) memperoleh skor tertinggi dan berbeda nyata dibanding perlakuan lain pada beberapa atribut (DMRT 5%). Dengan demikian, konsentrasi 3% tepung daun Indigofera (P4) dapat dinyatakan sebagai perlakuan yang paling baik pada penelitian ini karena memberikan perbaikan nilai gizi/mineral sekaligus penerimaan sensori tertinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, L., & Suharlina. (2010). Herbage yield and quality of shrub *Indigofera* treated by different concentrations of foliar fertilizer. *Media Peternakan*, 33(3), 169–175. <https://doi.org/10.5398/medpet.2010.33.3.169>
- Association of Official Analytical Chemists. (2005). *Official methods of analysis* (18th ed.). AOAC International.
- Aufa, A., Putranto, W. S., & Putranto, W. S. (2020). Pengaruh perbandingan susu dengan jus jambu biji merah (*Psidium guajava* L.) pada pembuatan set yogurt terhadap kualitas fisik, kimia, dan organoleptik. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 1(1), 8–16. <https://doi.org/10.24198/jthp.v1i1.23859>
- Badan Standardisasi Nasional. (1992). *Standar Nasional Indonesia: Yogurt* (SNI 01-2981-1992). BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). *Air dan air limbah—Bagian 13: Cara uji kalsium (Ca) dengan metode titrimetri* (SNI 06-6989.13-2004). BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). *Yogurt* (SNI 2981:2009). BSN.
- Damayanti, S. A., & Wardani, A. (2020). Viskositas, total padatan, nilai pH, dan organoleptik yogurt susu kambing dengan penambahan ekstrak daun kelor (*Moringa oleifera*). *Angon: Journal of Animal Science and Technology*, 2(3), 251–258. <https://doi.org/10.20884/1.angon.2020.2.3.p251-258>
- Dhawi, F., El-Beltagi, H. S., Aly, A. A., Hamed, A. E., & Ramadan, K. M. A. (2020). Antioxidant, antimicrobial and anti-hyperglycemic activities of *Cinnamon* (*Cinnamomum zeylanicum*) and *Moringa* (*Moringa oleifera*) against stored product pests. *Foods*, 9(9), 1157. <https://doi.org/10.3390/foods9091157>
- Garczewska-Murzyn, A., Smoczyński, M., Kotowska, J., & Kielczewska, K. (2022). Effect of skim milk powder, whey protein concentrate and transglutaminase on the quality of low-fat yoghurt. *Journal of Food Science and Technology*, 59, 223–233. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05227-w>
- Harjiyanti, M. D., Pramono, Y. B., & Mulyani, S. (2014). Total asam, viskositas, dan kesukaan pada yogurt drink dengan sari buah mangga (*Mangifera indica*) sebagai perisa alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2), 104–107.

- Ismail, B. P. (2017). Ash content determination. In S. S. Nielsen (Ed.), *Food analysis laboratory manual* (3rd ed., pp. 117–119). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6_11)
- Jonathan, H. A., Fitriawati, I. N., Arief, I. I., Soenarno, M. S., & Mulyono, R. H. (2022). Fisikokimia, mikrobiologi dan organoleptik yogurt probiotik dengan penambahan buah merah (*Pandanus conoideus* L.). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(1), 34–41. <https://doi.org/10.29244/jipthp.10.1.34-41>
- Pramono, M. A., Ningtyias, F. W., Rohmawati, N., & Aryatika, K. (2021). Pengaruh penambahan tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) terhadap kadar protein, kalsium, dan daya terima nugget ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). *Penelitian Gizi dan Makanan (The Journal of Nutrition and Food Research)*, 44(1), 1–10. <https://doi.org/10.22435/pgm.v44i1.2639>.
- Purnamasari, L. (2015). *Kualitas yoghurt set dengan penambahan berbagai konsentrasi pati ubi jalar (Ipomoea batatas L) ikat silang terhadap viskositas, sineresis, kadar keasaman dan total bakteri asam laktat* [Skripsi sarjana, Universitas Brawijaya]. Brawijaya Knowledge Garden (Repository UB). <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/137360/>
- Rahmawati, E. (2015). *Kadar protein, pH dan jumlah bakteri asam laktat yoghurt susu sapi dengan variasi penambahan sari daun kelor dan lama fermentasi yang berbeda* [Skripsi sarjana, Universitas Muhammadiyah Surakarta]. UMS ETD-db. <https://eprints.ums.ac.id/34196/>
- Sadiyah, I., Nurlaelasari, A., & Handayani, M. N. (2017). *Physicochemical characteristics of mung bean kefir with variation levels of skim milk and fermentation time*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 180(1), 012288. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/180/1/012288>
- Saeed, M., et al. (2021). Physicochemical analysis of mango flavored yogurt supplemented with *Moringa oleifera* dried leaves powder. *Journal of Food Science and Technology*, 58, 309–318. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05146-w>.
- Siddique, A., Ahmad, N., Hussain, M., Yu, Y., & Siddique, M. A. (2025). Functional and sensory evaluation of buffalo milk yogurt fortified with *Moringa oleifera* leaf powder. *Scientific Reports*, 15, 31519. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-17428-w>
- Tarigan, A., & Ginting, S. P. (2011). Pengaruh taraf pemberian *Indigofera* sp. terhadap konsumsi dan pencernaan pakan serta pertambahan bobot hidup kambing yang diberi rumput *Brachiaria ruziziensis*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 16(1), 25–32.
- Wazzan, H. A. (2024). Functional yogurt fortified with plant powders: A review. *Food and Nutrition Journal*, 9(2), 1–10.
- Zhukouskaya, V. V., & Bardet, C. (2022). Editorial: Calcium: Overview, regulation, and functions. *Frontiers in Endocrinology*, 13, 932019. <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.932019>.