

## Pengaruh perendaman limbah kulit *Allium sativum* terhadap cemaran mikroba ikan asin teri nasi serta analisis kadar fenolik totalnya

Iramie Duma Kencana Irianto\*, Amelia Handayani Burhan, Afifah Astuti

Politeknik Kesehatan Bhakti Setya, Indonesia

Corresponding Email: [irame.d.k.i@poltekkes-bsi.ac.id](mailto:irame.d.k.i@poltekkes-bsi.ac.id)

**Abstrak:** Ikan asin teri nasi di pasar tradisional Yogyakarta masih banyak mengandung formalin, sehingga diperlukan alternatif alami seperti limbah kulit *Allium sativum* yang mampu menurunkan kadar formalin, namun berpotensi meningkatkan cemaran mikroba. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui cemaran mikroba pada ikan asin teri nasi pasca perendaman limbah kulit *A. sativum*. Analisis kualitatif saponin kulit *A. sativum* dilakukan dengan metode Forth dan KLT. Analisis fenolik kulit *A. sativum* secara kualitatif dilakukan dengan metode KLT dan kuantitatif dengan metode spektrofotometri. Uji cemaran mikroba dilakukan dengan metode ALT. Limbah kulit *A. sativum* mengandung senyawa golongan saponin dan fenolik. Kandungan fenolik dengan kadar rerata sebanyak 8,57 ppm. Limbah kulit *A. sativum* sebanyak 1g dapat digunakan untuk menurunkan jumlah cemaran mikroba sebanyak 10.000 kali pada ikan asin teri nasi. Cemaran mikroba tersebut dengan nilai ALT 8,55 x 10<sup>3</sup> koloni/g, batas aman konsumsi (kurang dari 1x10<sup>5</sup> koloni/g).

**Kata kunci:** *cemaran mikroba, formalin, ikan asin teri nasi, kulit Allium sativum.*

## Effect of soaking *Allium sativum* peel waste on microbial contamination of salted anchovy rice and analysis of its total phenolic content

**Abstract:** Salted anchovy rice sold in traditional markets in Yogyakarta still commonly contains formalin; therefore, a natural alternative such as *Allium sativum* peel waste is needed to reduce formalin levels, although it may increase microbial contamination. This study aimed to examine microbial contamination in salted anchovy rice fish after immersion treatment using *A. sativum* peel waste. Qualitative analysis of saponins was conducted using the Froth test and Thin Layer Chromatography (TLC), while phenolic compounds were analyzed qualitatively using TLC and quantitatively using spectrophotometric methods. Microbial contamination was evaluated using the Total Plate Count (TPC) method. The results demonstrated that *A. sativum* peel waste contained saponin and phenolic compounds, with an average phenolic content of 8.57 ppm. Furthermore, 1 g of *A. sativum* peel waste reduced microbial contamination in salted anchovy rice fish by up to 10,000-fold. The microbial contamination level showed a TPC value of  $8.55 \times 10^3$  colonies/g, indicating that the product remained within the safe consumption limit of less than  $1 \times 10^5$  colonies/g.

**Keywords:** *microbial contamination, formaldehyde, salted anchovy rice, Allium sativum peels.*

---

**How to Cite (APA 7<sup>th</sup> Style):** Irianto, I. D. K., Burhan, A. H., & Astuti, A. (2026). Pengaruh perendaman limbah kulit *Allium sativum* terhadap cemaran mikroba ikan asin teri nasi serta analisis kadar fenolik totalnya. *Jurnal Penelitian Saintek*, 31(1), 46–54. <https://doi.org/10.21831/jps.v30i1.55677>

---

## PENDAHULUAN

Yogyakarta dikenal sebagai kota pendidikan dan budaya yang menjadi destinasi utama wisatawan domestik maupun mancanegara, dengan sektor kuliner sebagai salah satu daya tarik utama. Salah satu bentuk kuliner khas yang berkembang pesat adalah angkringan, yang jumlahnya terus meningkat hingga mencapai sekitar 2.000 unit usaha (Haidir, 2022). Menu unggulan angkringan, seperti nasi kucing dengan lauk ikan asin teri, memiliki tingkat konsumsi yang tinggi, di mana satu pelaku usaha dapat menghabiskan hingga 1,5 kg ikan asin teri per hari (Rahkman, 2019). Tingginya permintaan ini berpotensi mendorong praktik produksi yang kurang memperhatikan aspek keamanan pangan, terutama dalam penggunaan bahan pengawet berbahaya.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ikan asin teri yang beredar di pasar tradisional Yogyakarta masih ditemukan mengandung formalin (Jamlean, 2016). Bahkan, penelitian Burhan (2018) melaporkan bahwa sekitar 84% sampel ikan asin teri nasi mengandung formalin dengan kadar tertinggi mencapai 12,65%. Formalin merupakan bahan kimia berbahaya yang tidak diperbolehkan sebagai bahan tambahan pangan karena bersifat toksik dan karsinogenik. Paparan formalin dapat menyebabkan gangguan kesehatan serius, mulai dari iritasi sistem pencernaan hingga kerusakan organ dan peningkatan risiko kanker (National Centre for Biotechnology Information, 2022). Secara global, isu keamanan pangan akibat kontaminasi bahan kimia berbahaya juga menjadi perhatian utama, terutama di negara berkembang dengan sistem pengawasan yang masih terbatas (Rather et al., 2017; World Health Organization, 2020).

Dalam upaya mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan alternatif bahan alami yang aman dan berkelanjutan untuk mereduksi kandungan formalin pada pangan. Bawang putih (*Allium sativum*) diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti allicin, flavonoid, dan senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antimikroba dan antioksidan (Bayan et al., 2014; Shang et al., 2019). Penelitian internasional menunjukkan bahwa ekstrak bawang putih efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen serta berpotensi dalam detoksifikasi senyawa berbahaya pada bahan pangan (Corzo-Martínez et al., 2007; Shang et al., 2019). Limbah kulit bawang putih, yang selama ini kurang dimanfaatkan, juga dilaporkan mengandung senyawa fenolik dalam jumlah signifikan yang berpotensi sebagai agen bioaktif (Lu et al., 2011).

Hasil uji pendahuluan menunjukkan bahwa serbuk kulit *Allium sativum* mampu mereduksi kadar formalin pada ikan asin teri nasi secara efektif. Namun demikian, penghilangan formalin berpotensi meningkatkan risiko cemaran mikroba, sehingga diperlukan analisis lanjutan melalui pengujian Angka Lempeng Total (ALT) untuk memastikan keamanan mikrobiologis produk. Selain itu, analisis fitokimia secara kualitatif dan kuantitatif juga diperlukan untuk mengidentifikasi senyawa aktif yang berperan dalam proses reduksi formalin dan aktivitas antimikroba.

Penelitian ini memiliki kebaruan dalam mengintegrasikan pendekatan reduksi formalin berbasis limbah organik dengan evaluasi keamanan mikrobiologis secara simultan. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang umumnya hanya berfokus pada efektivitas ekstrak tanaman dalam menurunkan kadar kontaminan kimia atau aktivitas antimikroba secara terpisah (Bayan et al., 2014; Shang et al., 2019), studi ini tidak hanya mengevaluasi kemampuan serbuk kulit *Allium sativum* dalam mereduksi formalin, tetapi juga mengkaji dampaknya terhadap cemaran mikroba melalui parameter Angka Lempeng Total (ALT) serta mengidentifikasi kandungan senyawa bioaktif yang berperan. Pendekatan ini memberikan kontribusi baru dalam pengembangan teknologi pengolahan pangan yang tidak hanya efektif secara kimiawi, tetapi juga aman secara mikrobiologis dan berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah rumah tangga. Dengan demikian, penelitian ini mendukung pengembangan konsep green technology dan zero waste dalam sistem keamanan pangan modern (Shang et al., 2019; Rather et al., 2017).

## METODE

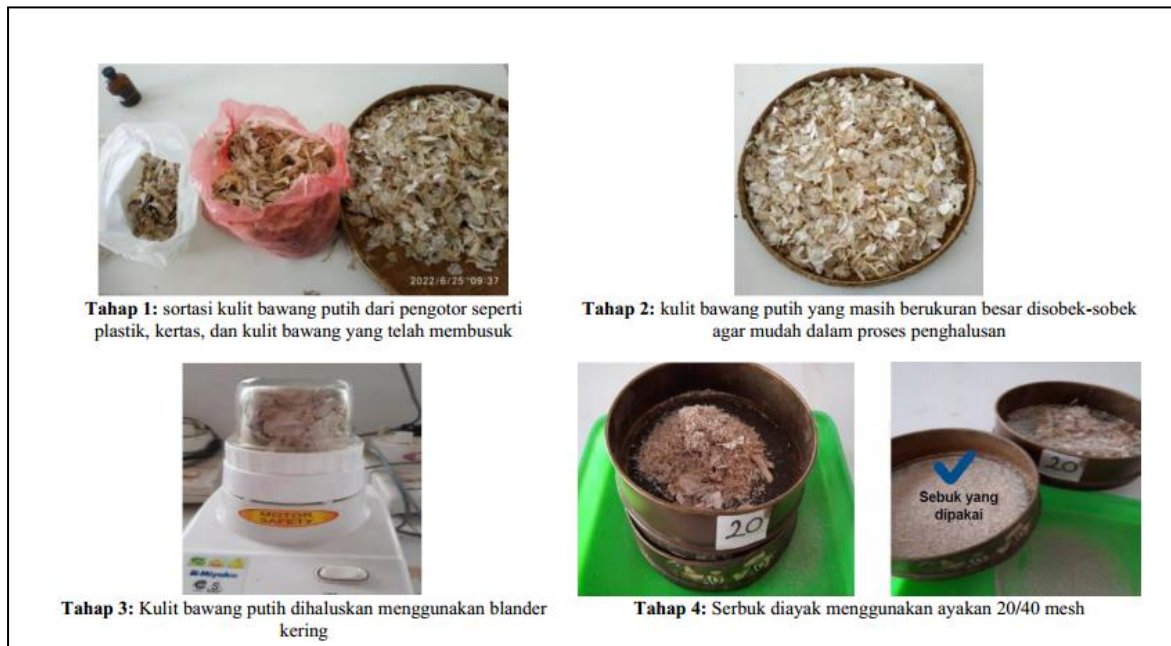
Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel ikan asin teri nasi secara *accidental sampling* pada lima pasar tradisional Kota Yogyakarta. Sampel ikan asin yang digunakan adalah sampel dengan kadar

formalin tertinggi yang ditetapkan dengan metode asidimetri. Larutan standar yang digunakan adalah HCl 2,0810 N, indikator metil merah, volume blanko rata-rata 22,80 mL.

Penyiapan serbuk kulit *Allium sativum* dilakukan dengan sortasi kering dan pengecilan ukuran menggunakan *blander*. Serbuk yang diperoleh disamakan ukurannya dengan ayakan 20/40 mesh. Serbuk yang digunakan adalah serbuk yang lolos ayakan 20 mesh namun tidak lolos ayakan 40 mesh (Gambar 1). Serbuk yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis fitokimia secara kualitatif dan kuantitatif, serta digunakan untuk merendam ikan asin teri nasi.

Analisis kualitatif senyawa golongan saponin terhadap kulit *A.sativum* dilakukan dengan dua metode, yakni uji tabung dan kromatografi lapis tipis (KLT). Pengujian saponin dilakukan dengan metode Forth (Mayasari et al., 2022). Sejumlah serbuk kulit *A.sativum* ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 10 ml akuades. Pengocokan dilakukan pada larutan ekstrak dengan kuat selama 10 detik kemudian diamati perubahan yang terjadi. Identifikasi senyawa saponin diketahui dengan terbentuknya busa yang stabil (tidak hilang) setelah penambahan 1 tetes HCl 2 N yang diamati selama 10 menit. Adanya busa menunjukkan bahwa sampel mengandung saponin.

Analisis kualitatif senyawa golongan saponin dengan metode KLT dilakukan terhadap 0,2 gr serbuk kulit *A.sativum*, dimaserasi dalam 2 ml etanol 50%, vorteks selama 5 menit. Saring dan pekatkan hingga jika ditotolkan di plat KLT silica F<sub>254</sub> terlihat bercak di UV<sub>254</sub>. Sistem KLT yang digunakan yakni fase diam silica gel 60 F<sub>254</sub>; fase gerak kloroform:metanol:air (64:50:10); standar saponin dengan konsentrasi 1 mg/mL; deteksi menggunakan penampak bercak Liebermann-Burchard. Hasil positif mengandung saponin jika terdapat bercak berwarna hijau/biru/ungu setelah disemprot dengan Liebermann-Burchard.



**Gambar 1. Tahapan Pembuatan Serbuk Kulit *Allium sativum***

Analisis senyawa golongan fenolik dari kulit *A.sativum* dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif dilakukan menggunakan metode KLT terhadap 0,2 gr serbuk kulit bawang putih, dimaserasi dalam 2 ml etanol 50%, vorteks selama 5 menit. Saring dan pekatkan hingga jika ditotolkan di plat KLT silica F<sub>254</sub> terlihat bercak di UV<sub>254</sub>. Sistem KLT yang digunakan adalah fase diam silika gel 60 F<sub>254</sub>; fase gerak berupa etil asetat:asam formiat:toluen:air (6:1.5:2:0,5), digunakan standar asam galat 1 mg/mL, serta dideteksi dengan penampak bercak FeCl<sub>3</sub>. Hasil positif mengandung fenolik jika terdapat bercak berwarna biru kehitaman setelah disemprot dengan FeCl<sub>3</sub>.

Analisis kuantitatif senyawa golongan fenolik dilakukan menggunakan metode spektrofotometri. Serbuk kulit *A.sativum* sebanyak 500 mg dilarutkan dalam 10 mL etanol 50%. Larutan sampel sebanyak 200 µL ditambah 7,8 akuades; 0,5 mL reagen Folin; 1,5 larutan natrium karbonat 20%, lalu dicampur menggunakan vortex dan diinkubasi selama 2 jam pada suhu ruang. Pembacaan nilai absorbansi dilakukan pada panjang gelombang 741nm. Kurva baku yang digunakan adalah pembandingan asam galat pada konsentrasi 1mg/mL, dengan volume aplikasi 5, 10, 25, 50, 75, dan 100 µL.

Media pertumbuhan mikroba untuk uji cemaran dari ikan asin teri nasi pasca perendaman dengan kulit *A.sativum* yang digunakan adalah *plate count agar* (PCA). Pembuatan media PCA dilakukan dengan melarutkan serbuk PCA sebanyak 22,5 gram dalam 1.000 mL akuades. Pelarutan ini membutuhkan pemanasan di atas *waterbath* hingga larutan menjadi jernih. Media yang telah jadi selanjutnya dibagi ke dalam erlenmeyer kecil untuk memudahkan proses pengujian. Media selanjutnya dilakukan sterilisasi.

Peralatan uji cemaran mikroba yang disterilisasi meliputi tabung reaksi, *blue tip*, spuit injeksi, gelas ukur 10 mL, dan *petri dish*. Bahan-bahan yang disterilisasi meliputi media PCA dan larutan NaCl fisiologis 0,9% yang terbagi dalam erlenmeyer 25 mL. Tabung reaksi, gelas ukur dan erlemeyer berisi bahan yang akan disterilkan diberi sumbatan kapas terbungkus kassa. Tabung reaksi, gelas ukur, *petri dish* dan *blue tip* hanya dibungkus kertas per satuan. Tiap sejumlah tertentu alat dibungkus kembali dengan plastik yang telah dilubangi. Peralatan dan bahan disterilisasi dengan metode pemanasan basah dengan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit untuk bahan dan 30 menit untuk alat. Alat autoklaf yang digunakan masih manual sehingga selama proses pemanasan perlu pemantauan agar suhu tetap konstan dengan mengatur kenop pembuangan uap.

Pengujian cemaran mikroba ikan asin teri nasi pasca perendaman dengan serbuk kulit *A.sativum* dilakukan menggunakan metode Angka Lempeng Total (ALT). Bobot serbuk kulit *A.sativum* yang diberikan divariasi seperti pada Tabel 1. Sampel berupa ikan asin teri nasi sebanyak 1gram direndam dengan campuran kulit *A.sativum* dan akuades, lalu diaduk 30kali selama 30 detik. Setelah proses perendaman selama 30 menit, sampel dibilas dengan akuades dan dihaluskan untuk dilanjutkan uji cemaran mikroba dengan metode ALT.

**Tabel 1. Variasi Bobot Kulit Bawang Putih untuk Perendaman Ikan Asin Teri Nasi**

Kode	Bobot Sampel (gram)	Volume Akuades (mL)
F1	0	50
F2	1	50
F3	2	50
F4	3	50
F5	4	50
F6	5	50
F7	6	50
F8	8	50

Uji cemaran mikroba dengan metode ALT dilakukan terhadap sampel yang telah dipreparasi sesuai dengan perlakuan Tabel 1. Pengujian dilakukan dengan membuat seri pengenceran tiap perlakuan sampel secara duplo, yakni  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ , dan  $10^4$ . Pengenceran dilakukan secara aseptis dengan pelarut NaCl fisiologis 0,9%. Pelarut tersebut sekaligus digunakan sebagai kontrol. Sebanyak 1 mL sampel pengenceran ditanam pada media PCA (25 mL per petri) dengan metode cawing tuang (*poru plate*). Media PCA yang berisi sampel yang telah memadat kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 18 – 20 jam pada posisi terbalik.

Pengamatan cemaran dengan metode ALT dilakukan setelah 18 – 20 jam inkubasi. Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung jumlah koloni mikroba. Koloni besar, kecil, menjalar dianggap berasal dari 1 mikroba. Media kontrol tidak boleh lebih dari 5 koloni mikroba. Perhitungan nilai ALT dilakukan terhadap pengenceran yang masuk dalam rentang 25 – 250 koloni (Persamaan 1). Nilai ALT akhir merupakan nilai rata-rata tiap pengenceran (Persamaan 2).

$$\text{Nilai ALT pengenceran} = \text{Jumlah koloni} \times \text{faktor pengenceran} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan pengenceran dilakukan yakni 10, 10<sup>2</sup>, 10<sup>3</sup>, dan 10<sup>4</sup>.

$$\text{Nilai ALT total} = \text{Rata – rata Nilai ALT pengenceran} \dots\dots\dots(2)$$

Berdasarkan Pedoman Kriteria Cemaran pada Pangan Siap Saji dan Pangan Industri Rumah Tangga, syarat batas maksimum nilai ALT untuk ikan dan olahannya adalah 1x10<sup>5</sup> koloni/g (BPOM, 2012). Nilai ALT tiap perlakuan selanjutnya dibuat grafik untuk melihat pengaruh bobot kulit bawang putih yang diberikan terhadap nilai ALT. Jika nilai ALT berkurang maka kulit bawang putih selain dapat menghilangkan formalin juga mampu mengurangi cemaran yang mungkin ada pada ikan asin teri nasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

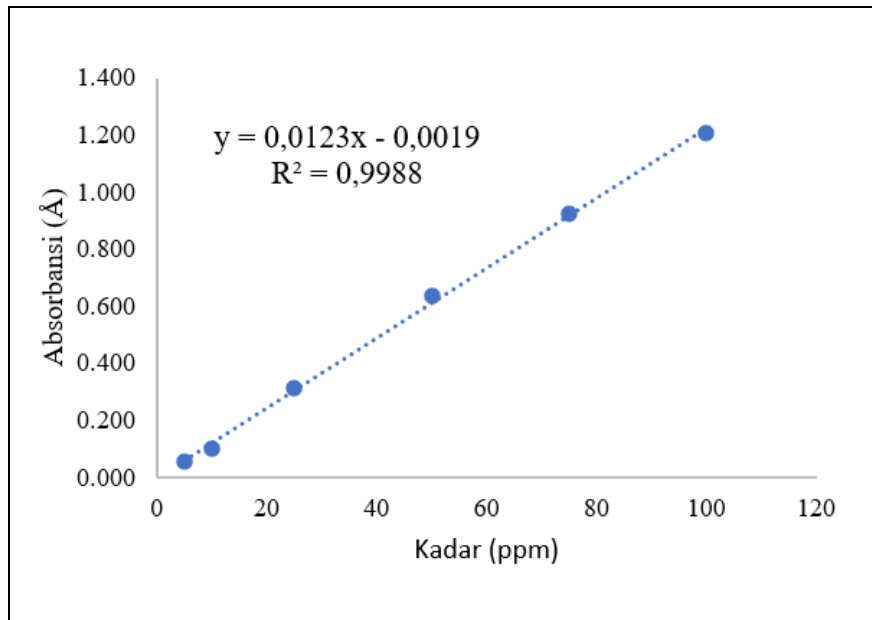
Penetapan kadar formalin pada ikan asin teri nasi yang diperoleh dari lima pasar berbeda di Kota Yogyakarta digunakan metode asidimetri karena merupakan metode yang sederhana namun tetap memiliki presisi yang baik. Pada penetapan ini digunakan larutan blanko bertujuan untuk mengetahui besarnya serapan oleh zat yang bukan analit/ zat yang dianalisis (Fitriana & Fitri, 2020). Metode ini berdasarkan pada volume HCl yang dibutuhkan saat titrasi hingga mencapai perubahan warna dari kuning menjadi merah mudah stabil. Hasil penetapan kadar formalin diperoleh sampel ikan asin teri nasi dengan kadar tertinggi yakni 11,75%. Angka ini cukup tinggi dan mengkhawatirkan karena nilai LD<sub>50</sub> formalin pada tikus secara oral adalah 100 mg/kg (Badan POM RI, 2008). Hal ini tentu dalam jangka panjang akan dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan. Hal ini dikarenakan apabila terkonsumsi dapat menyebabkan muntah, mual, rasa terbakar, pusing, iritasi kemungkin parah, mata berair, gangguan pada pencernaan, hati, ginjal, pankreas, sistem saraf pusat, menstruasi dan bersifat karsinogen (BPOM RI, 2019). Sampel ikan asin teri nasi dengan kadar formalin tertinggi yang diperoleh dari pasar tradisional Kota Yogyakarta tersebut selanjutnya digunakan sebagai sampel yang diberi perlakuan berupa perendaman kulit *A.sativum*.

Uji kualitatif dan kuantitatif terhadap kulit *A.sativum* dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa yang ada pada serbuk kulit *A.sativum*. Uji kualitatif senyawa golongan fenolik dan saponin dilakukan dengan metode kromatografi lapis tipis (KLT), sedangkan uji kuantitatif senyawa fenolik dilakukan dengan metode spektrofotometri. Metode ini dipilih karena memiliki presisi yang tinggi. Hasil uji kualitatif dengan metode KLT diperoleh bahwa bercak standar asam galat pada HRf 74 berwarna biru kehitaman setelah disemprot dengan besi (III) klorida menunjukkan kandungan fenolik dari standar. Akan tetapi, kandungan fenolik dari kulit *A.sativum* tidak terdeteksi.

Hasil uji kualitatif dengan metode Forth diperoleh bahwa kulit *A.sativum* mengandung saponin. Hasil uji kualitatif dengan metode KLT diperoleh bahwa bercak standar saponin pada HRf 81 berpendar pada UV<sub>366</sub>, berwarna ungu setelah disemprot dengan Liebermann-Burchard menunjukkan adanya kandungan saponin. Sampel kulit bawang putih juga terdapat bercak dengan HRf dan warna yang sama sehingga dapat disimpulkan bahwa secara kualitatif kulit *A.sativum* mengandung saponin. Saponin ini dapat berfungsi sebagai detergen sehingga dapat mengikat formalin pada ikan asin teri nasi dan membawanya ikut bersama saat dibilas air. Saponin juga merupakan golongan senyawa yang memiliki aktivitas antibakteri sehingga dapat menurunkan nilai cemara mikroba dari sampel.

Hasil pengamatan kurva baku asam galat pada uji kuantitatif senyawa golongan fenolik diperoleh kurva yang linier dengan nilai r<sup>2</sup> sebesar 0,9988 dan persamaan kurva baku y=0,0123x – 0,0019, dimana x adalah kadar (ppm) dan y adalah nilai absorbansi (Gambar 2). Kurva baku ini selanjutnya digunakan untuk menghitung kadar fenolik yang terkandung dalam serbuk kulit bawang putih.

Hasil analisis kuantitatif kandungan fenolik diperoleh bahwa kulit bawang putih mengandung fenolik dengan kadar rerata sebanyak 8,57 ppm (Tabel 2). Hasil ini membuktikan bahwa kulit bawang putih mengandung senyawa golongan fenolik dengan kadar yang kecil sehingga tidak terdeteksi secara kualitatif dengan analisis KLT. Senyawa golongan fenolik juga bertanggung jawab atas aktivitas antibakteri dari kulit bawang putih sehingga dapat menurunkan nilai cemaran mikroba dari suatu sampel.



**Gambar 2. Kurva baku asam galat untuk uji kuantitatif fenolik**

**Tabel 2. Hasil Uji Kuantitatif Senyawa Golongan Fenolik Kulit *Allium sativum* dengan Metode Spektrofotometri**

Replikasi	Absorbansi sampel (Å)	Kadar (ppm)	Kadar rata-rata sampel (ppm)
1	0,1037	8,58	8,57
2	0,1013	8,39	
3	0,1057	8,75	

Pengujian cemaran dengan metode ALT terhadap ikan asin teri nasi yang telah diberi perendaman dengan kulit *A.sativum* pada variasi bobot. Hasil analisis data diperoleh pada Tabel 3. Berdasarkan Pedoman Kriteria Cemaran pada Pangan Siap Saji dan Pangan Industri Rumah Tangga, syarat batas maksimum nilai ALT untuk ikan dan olahannya adalah  $1 \times 10^5$  koloni/g (BPOM, 2012). Hasil uji cemaran ikan asin teri nasi yang tidak diberi perlakuan bawang putih menunjukkan cemaran yang tinggi melebihi batas maksimum nilai ALT ikan dan olahannya.

**Tabel 3. Nilai ALT Total dari variasi bobot kulit *A.sativum* yang digunakan untuk merendam ikan asin teri nasi**

Kode	Bobot Kulit Bawang putih (gram)	Nilai ALT Total
F1	0	$6,25 \times 10^7$
F2	1	$8,55 \times 10^3$
F3	2	$3,64 \times 10^5$
F4	3	$9,09 \times 10^4$
F5	4	$1,95 \times 10^4$
F6	5	$5,03 \times 10^5$
F7	6	$2,63 \times 10^6$
F8	8	$3,15 \times 10^5$

**Keterangan:** Setiap pengujian jumlah koloni pada kontrol NaCl fisiologis 0,9% adalah 0 koloni. Syarat  $< 1 \times 10^5$  koloni/g (BPOM, 2012).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perendaman ikan asin teri nasi menggunakan 1 g kulit *Allium sativum* selama 30 menit mampu menurunkan jumlah cemaran mikroba secara signifikan hingga  $10^4$  kali. Namun, peningkatan jumlah kulit *A. sativum* justru menyebabkan peningkatan jumlah cemaran, meskipun pada perlakuan 3 g dan 4 g nilai Angka Lempeng Total (ALT) masih berada dalam batas aman konsumsi. Pada konsentrasi yang lebih tinggi (5–9 g), nilai ALT melebihi ambang batas maksimum ( $10^5$  koloni/g), bahkan pada perlakuan 9 g jumlah koloni tidak dapat dihitung karena melampaui batas kuantifikasi. Temuan ini menunjukkan bahwa efektivitas antibakteri tidak hanya ditentukan oleh jumlah bahan, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi ekstraksi dan interaksi antara senyawa aktif dengan matriks pangan.

Secara mekanistik, kemampuan kulit *A. sativum* dalam menurunkan cemaran mikroba dikaitkan dengan kandungan senyawa bioaktif seperti saponin dan fenolik. Proses perendaman memungkinkan terjadinya ekstraksi (maserasi) senyawa polar ke dalam pelarut air, sehingga senyawa aktif dapat berinteraksi langsung dengan mikroorganisme pada permukaan ikan. Saponin diketahui memiliki aktivitas antimikroba melalui mekanisme disrupti membran sel, yang menyebabkan peningkatan permeabilitas dan kebocoran isi sel hingga terjadi lisis (Dong et al., 2020; Irianto et al., 2020). Sementara itu, senyawa fenolik berperan dalam merusak struktur protein membran dan mengganggu fungsi enzimatis mikroba (Araya-Cloutier et al., 2018; Purwanto & Irianto, 2022). Sinergi antara kedua senyawa ini meningkatkan efektivitas antibakteri secara signifikan.

Hasil ini sejalan dengan penelitian internasional yang melaporkan bahwa ekstrak bawang putih memiliki aktivitas antimikroba yang kuat terhadap berbagai bakteri patogen melalui mekanisme kerusakan membran sel dan stres oksidatif (Shang et al., 2019). Selain itu, studi terbaru menunjukkan bahwa limbah kulit bawang putih mengandung senyawa fenolik dengan aktivitas antibakteri yang signifikan, sehingga berpotensi dimanfaatkan sebagai agen pengawet alami dalam sistem pangan (Lu et al., 2011; Kim et al., 2022). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa efektivitas senyawa antibakteri berbasis tanaman sangat dipengaruhi oleh konsentrasi optimal dan kondisi ekstraksi, di mana kelebihan bahan tidak selalu meningkatkan aktivitas, bahkan dapat menurunkan efektivitas akibat keterbatasan pelarut dan difusi senyawa aktif (Rather et al., 2017; Suleria et al., 2020).

Peningkatan jumlah cemaran mikroba pada konsentrasi kulit *A. sativum* yang lebih tinggi dalam penelitian ini diduga disebabkan oleh keterbatasan jumlah pelarut (air) dalam proses ekstraksi. Rasio pelarut terhadap bahan yang tidak seimbang menyebabkan pelarut menjadi jenuh sebelum seluruh senyawa aktif terekstraksi secara optimal. Selain itu, ekstraksi dengan pelarut air juga dapat melarutkan senyawa lain seperti protein, asam amino, dan karbohidrat yang berpotensi menjadi sumber nutrisi bagi mikroorganisme, sehingga justru mendukung pertumbuhan mikroba (Najib et al., 2017). Fenomena serupa juga dilaporkan dalam penelitian ekstraksi bahan alam, di mana rasio pelarut yang tidak optimal dapat menurunkan efisiensi ekstraksi senyawa bioaktif dan memengaruhi aktivitas biologisnya (Suleria et al., 2020).

Dengan demikian, hasil penelitian ini menegaskan bahwa terdapat kondisi optimum dalam penggunaan kulit *A. sativum* sebagai agen antibakteri alami. Penggunaan dalam jumlah yang tepat (1 g) mampu memberikan efek reduksi cemaran mikroba yang signifikan, sedangkan penggunaan berlebih tanpa optimasi kondisi ekstraksi justru dapat menurunkan efektivitas. Temuan ini penting dalam pengembangan teknologi pengolahan pangan berbasis bahan alami, khususnya dalam memastikan keseimbangan antara efektivitas antibakteri dan keamanan mikrobiologis produk.

## SIMPULAN

Limbah kulit *Allium sativum* terbukti mengandung senyawa bioaktif golongan saponin dan fenolik yang berperan dalam aktivitas antimikroba. Penggunaan 1 g kulit *A. sativum* pada proses perendaman mampu menurunkan jumlah cemaran mikroba pada ikan asin teri nasi secara signifikan hingga  $10^4$  kali setelah reduksi formalin. Temuan ini menunjukkan bahwa limbah kulit bawang putih memiliki potensi sebagai agen antibakteri alami yang efektif dalam meningkatkan keamanan mikrobiologis pangan. Implikasi dari penelitian ini adalah terbukanya peluang pemanfaatan limbah rumah tangga sebagai bahan pengolahan pangan yang lebih aman, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Selain itu, hasil ini dapat menjadi dasar pengembangan teknologi pengawetan pangan berbasis bahan alami sebagai alternatif

pengganti bahan kimia berbahaya seperti formalin. Pada skala yang lebih luas, pemanfaatan kulit *A. sativum* mendukung konsep *zero waste* dan *green technology* dalam sistem keamanan pangan, sekaligus berpotensi diaplikasikan dalam industri pangan untuk meningkatkan kualitas dan keamanan produk secara ekonomis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Direktorat Akademik Pendidikan Tinggi Vokasi, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi tahun 2022 yang telah memberikan Hibah Penelitian Dosen Pemula tahun 2022.

## DAFTAR PUSTAKA

- Araya-Cloutier, C., Vincken, J. P., Van De Schans, M. G. M., Hageman, J., Schaftenaar, G., Den Besten, H. M. W., & Gruppen, H. (2018). QSAR-based molecular signatures of prenylated (iso)flavonoids underlying antimicrobial potency against and membrane-disruption in Gram positive and Gram negative bacteria. *Scientific Reports*, 8(1), 9267–9281. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27545-4>
- Badan POM RI. (2008). *Formalin (larutan formaldehid)*. In Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan (Ed.), Informasi penggunaan bahan berbahaya (BBB.36.08). BPOM RI.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2012). *Pedoman kriteria cemaran pada pangan siap saji dan pangan industri rumah tangga*.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2019). *Formaldehida dalam pangan olahan yang terbentuk karena proses*. Direktorat Standardisasi Pangan Olahan.
- Bayan, L., Koulivand, P. H., & Gorji, A. (2014). Garlic: A review of potential therapeutic effects. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 4(1), 1–14.
- Burhan, A. H. (2018). Penurunan kadar formalin dalam ikan asin teri nasi melalui perendaman dalam cuka makan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, 3(1), 22–29.
- Corzo-Martínez, M., Corzo, N., & Villamiel, M. (2007). Biological properties of onions and garlic. *Trends in Food Science & Technology*, 18(12), 609–625. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.07.011>
- Dipahayu, D., & Kusumo. (2020). Optimasi ekstraksi konjac glukomanan dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan variasi perbandingan serbuk umbi porang: aquadest (pelarut) dan suhu. *SNITT*, 466–469.
- Dong, S., Yang, X., Zhao, L., Zhang, F., Hou, Z., & Xue, P. (2020). Antibacterial activity and mechanism of action saponins from *Chenopodium quinoa* Willd. husks against foodborne pathogenic bacteria. *Industrial Crops and Products*, 149, 112350. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112350>
- Fitriana, Y. A. N., & Fitri, A. S. (2020). Analisis kadar vitamin C pada buah jeruk menggunakan metode titrasi iodometri. *Sainteks*, 17(1), 27–32. <https://doi.org/10.30595/sainteks.v17i1.8530>
- Haidir, A. (2022). Angkringan kini makin menjamur, sejarah awalnya ternyata dari gerobak pikul di Klaten. *iNewsJateng.id*.
- Hanif, F., & Carolla, N. (2019). Potensi bawang putih (*Allium sativum*) sebagai alternatif anti tuberkulosis. *Majority*, 8(1), 220–226.
- Irianto, I. D. K., Purwanto, P., & Mardani, M. T. (2020). Aktivitas antibakteri dan uji sifat fisik sediaan gel dekokta sirih hijau (*Piper betle* L.) sebagai alternatif pengobatan mastitis sapi. *Majalah Farmaseutik*, 16(2), 202. <https://doi.org/10.22146/farmaseutik.v16i2.53793>
- Jamlean, F. V. (2016). Identifikasi formalin pada berbagai jenis ikan asin yang beredar di pasar tradisional di Yogyakarta periode Juni 2015. *Akfarindo*, 1(1), 42–46.
- Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. (2017). *Rencana induk riset nasional tahun 2017–2045*.
- Kim, S. J., Cho, A. R., & Han, J. (2022). Antioxidant and antimicrobial activities of garlic peel extracts. *Food Chemistry*, 372, 131305.
- Lu, X., Li, N., Qiao, X., Qiu, Z., & Liu, P. (2011). Effects of thermal treatment on polysaccharide degradation during garlic processing. *Food Chemistry*, 128(2), 327–331.

- Mayasari, E., Kartini, Maherawati, & Priyono, S. (2022). Efektivitas daun Afrika (*Vernonia amygdalina* Del.) dalam mereduksi kandungan formalin dan kualitas fillet ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 23(1), 1–8.
- Najib, A., Malik, A., Ahmad, A. R., Handayani, V., Syarif, R. A., & Waris, R. (2017). Standarisasi ekstrak air daun jati Belanda dan teh hijau. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 4(2), 241–245. <https://doi.org/10.33096/jffi.v4i2.268>
- National Center for Biotechnology Information. (2022). *PubChem compound summary for CID 712: Formaldehyde*. National Library of Medicine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Formaldehyde>
- Purwanto, & Irianto, I. D. K. (2022). *Senyawa alam sebagai antibakteri dan mekanisme aksinya*. Gadjah Mada University Press.
- Rahkman, M. H. (2019). *Analisa usaha angkringan*. Angkring Jogja.
- Rather, I. A., Koh, W. Y., Paek, W. K., & Lim, J. (2017). The sources of chemical contaminants in food and their health implications. *Frontiers in Pharmacology*, 8, 830. <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00830>
- Shang, A., Cao, S. Y., Xu, X. Y., Gan, R. Y., Tang, G. Y., Corke, H., Mavumengwana, V., & Li, H. B. (2019). Bioactive compounds and biological functions of garlic. *Foods*, 8(7), 246. <https://doi.org/10.3390/foods8070246>
- Suleria, H. A. R., Barrow, C. J., & Dunshea, F. R. (2020). Screening and characterization of phenolic compounds and their antioxidant capacity in different fruit peels. *Foods*, 9(9), 1200.
- World Health Organization. (2020). *Food safety*. WHO Press.