

**Analisis Kadar Pengawet Benzoat, Sorbat, dan Pemanis Sakarin
pada Produk Makanan dengan Metode Kromatografi Cair
Kinerja Tinggi**

*Analysis of Benzoate, Sorbate, and Saccharin Levels in Food Products
Using High-Performance Liquid Chromatography*

Adi Satria¹, Ika Dyah Kumalasari^{2*}

^{1,2}*Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri,
Universitas Ahmad Dahlan*

*corr_author: ika.kumalasari@tp.uad.ac.id

ABSTRAK

Keamanan pangan merupakan aspek penting dalam industri makanan yang harus dipenuhi sesuai dengan regulasi yang berlaku. Salah satu komponen dalam pengujian keamanan pangan adalah analisis kadar bahan tambahan pangan (BTP) seperti benzoat, sorbat, dan sakarin. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar ketiga senyawa tersebut pada tiga jenis produk pangan, yaitu sambal, bakpia, dan saus tomat, menggunakan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) di Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan (BBPOM) Yogyakarta. Hasil analisis menunjukkan kadar benzoat pada sambal sebesar 1164,94 mg/kg dan 1047,00 mg/kg dengan rata-rata 1105,97 mg/kg, melebihi batas aman 1000 mg/kg. Benzoat pada saus tomat terdeteksi sebesar 5,20 mg/kg dan 5,14 mg/kg dengan rata-rata 5,17 mg/kg, masih dalam batas aman. Pada bakpia, benzoat tidak terdeteksi. Sorbat dan sakarin juga tidak terdeteksi pada semua sampel.

Kata-kata kunci: bahan tambahan pangan, benzoat, sakarin, sorbat, KCKT

ABSTRACT

Food safety is an important aspect of the food industry that must be fulfilled in accordance with applicable regulations. One of the components in food safety testing is the analysis of food additives (FA) such as benzoate, sorbate, and saccharin. This study aims to analyze the levels of these three compounds in three types of food products, namely chili sauce, bakpia, and tomato sauce, using the High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) method at the Yogyakarta National Agency of Drug and Food Control (BBPOM). The results showed that benzoate levels in chili sauce were 1164.94 mg/kg and 1047.00 mg/kg, with an average of 1105.97 mg/kg, which exceeded the safe limit of 1000 mg/kg. Benzoate in tomato sauce was detected at 5.20 mg/kg and 5.14 mg/kg, with an average of 5.17 mg/kg, still within the safe limit. In bakpia, benzoate was not detected. Sorbate and saccharin were also not detected in all samples.

Keywords: food additives, benzoate, saccharin, sorbate, HPLC

PENDAHULUAN

Keamanan pangan merupakan aspek fundamental yang wajib dipenuhi dalam setiap produk pangan yang beredar di masyarakat. Konsumsi pangan yang aman bertujuan melindungi kesehatan konsumen dari risiko biologis, kimia, maupun fisik. Oleh karena itu, pemerintah bersama industri pangan perlu bekerja sama untuk menjamin mutu dan keamanan produk pangan olahan yang dipasarkan.

Regulasi mengenai keamanan pangan di Indonesia diatur dalam Undang-Undang Kesehatan Nomor 23 Tahun 1992 Pasal 10, yang menekankan pentingnya upaya pengamanan makanan dan minuman sebagai bagian dari peningkatan kesehatan masyarakat. Selain itu, pengawasan dilakukan melalui kebijakan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) yang menetapkan standar keamanan pangan, termasuk batas aman penggunaan bahan tambahan pangan (BTP). Aturan ini menjadi pedoman agar masyarakat terlindungi dari pangan yang tidak memenuhi persyaratan.

Dalam industri pangan modern, penggunaan BTP semakin tidak terhindarkan seiring perkembangan teknologi pangan. BTP atau zat aditif ditambahkan dalam jumlah tertentu untuk memperbaiki tampilan, rasa, tekstur, maupun daya simpan produk (Purnama, 2017). Jenis BTP mencakup pewarna, pengawet, pemanis, pengental, hingga penyedap rasa, yang masing-masing memiliki peran spesifik dalam mempertahankan mutu produk pangan (Martins *et al.*, 2019).

Meski demikian, penggunaan BTP yang melebihi ambang batas dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen. Beberapa kasus penyalahgunaan BTP pada produk pangan skala rumah tangga masih banyak dijumpai, seperti penggunaan asam benzoat, natrium siklamat, dan sakarin yang melebihi batas aman. Efek negatif yang dapat ditimbulkan antara lain reaksi alergi, gangguan pencernaan, hiperaktivitas pada anak, hingga risiko penyakit degeneratif jangka panjang (Clement *et al.*, 2019).

Pengawet sintesis seperti asam benzoat dan asam sorbat merupakan contoh BTP yang sering digunakan pada produk pangan. Asam benzoat efektif menghambat pertumbuhan mikroorganisme, khususnya khamir dan bakteri tetapi kurang efektif terhadap kapang (Ulya *et al.*, 2020). Sementara itu, asam sorbat digunakan dalam konsentrasi rendah karena pada dosis tinggi dapat bersifat karsinogenik, meskipun dalam takaran tepat masih aman dikonsumsi (Reizza *et al.*, 2023).

Selain pengawet, pemanis buatan seperti sakarin juga banyak digunakan dalam industri pangan. Sakarin memiliki tingkat kemanisan sekitar 400 kali lebih tinggi dibandingkan sukrosa, sehingga efektif digunakan dalam jumlah kecil (Praja, 2015). Senyawa ini tidak dimetabolisme dalam tubuh dan diekskresikan utuh melalui ginjal, sehingga dinyatakan aman oleh FDA jika digunakan sesuai batas yang dianjurkan (Mustika, 2019).

Untuk meminimalkan risiko kesehatan, BPOM melalui Peraturan No. 11 Tahun 2019 mengatur secara ketat penggunaan BTP pada pangan olahan. Regulasi ini mencakup daftar BTP yang diizinkan beserta batas maksimal penggunaannya. Implementasi aturan tersebut sangat penting untuk memastikan pangan olahan yang beredar tetap aman, sekaligus mendukung peningkatan kualitas produk dalam negeri agar mampu bersaing secara global.

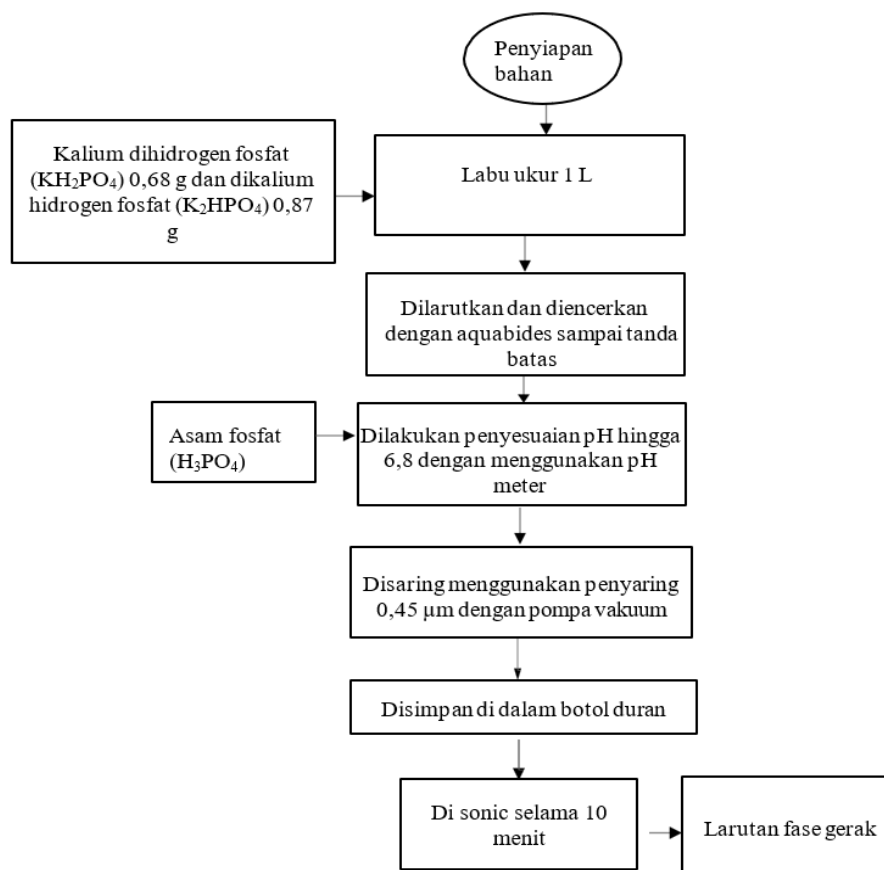
Dalam praktiknya, diperlukan metode analisis yang andal untuk menentukan kadar BTP dalam produk pangan. Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) merupakan salah satu metode analisis instrumental yang banyak digunakan karena memiliki sensitivitas, akurasi, dan selektivitas tinggi (Ramadhani, 2024). Aplikasi KCKT telah banyak dilaporkan dalam penelitian terkini untuk analisis zat aditif, seperti benzoat, sorbat, dan sakarin pada makanan dan minuman, sehingga metode ini dinilai efektif untuk memastikan kepatuhan produk terhadap regulasi yang berlaku.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, sampel yang digunakan terdiri dari tiga jenis produk makanan, yaitu sambal, bakpia, dan saus. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi standar benzoat, sorbat, dan sakarin, pereaksi larutan dapar fosfat, dan metanol. Pengujian dilakukan di Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan (BBPOM) Yogyakarta dengan parameter yang dianalisis mencakup kadar benzoat, sorbat, dan sakarin dalam masing-masing sampel makanan. Metode penelitian yang digunakan adalah uji laboratorium dan studi literatur. Langkah-langkah dalam penelitian ini yaitu:

1. Pembuatan Larutan Dapar Fosfat pH 6,8

Pembuatan fase gerak diawali dengan pembuatan larutan dapar fosfat. Dapar fosfat dibuat dari 0,68 gram kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4) dan 0,87 gram di-kalium hidrogen fosfat (K_2HPO_4) ditimbang dengan teliti, kemudian dimasukkan ke dalam labu takar berkapasitas 1 liter. Kedua senyawa tersebut dilarutkan dalam aquabides dan diencerkan hingga mencapai tanda batas pada labu. Selanjutnya, pH larutan disesuaikan hingga mencapai pH 6,8 dengan menambahkan asam fosfat (H_3PO_4) encer secara bertahap, sambil dipantau menggunakan pH meter. Diagram alir pembuatan larutan dapar fosfat dapat dilihat pada Gambar 1.

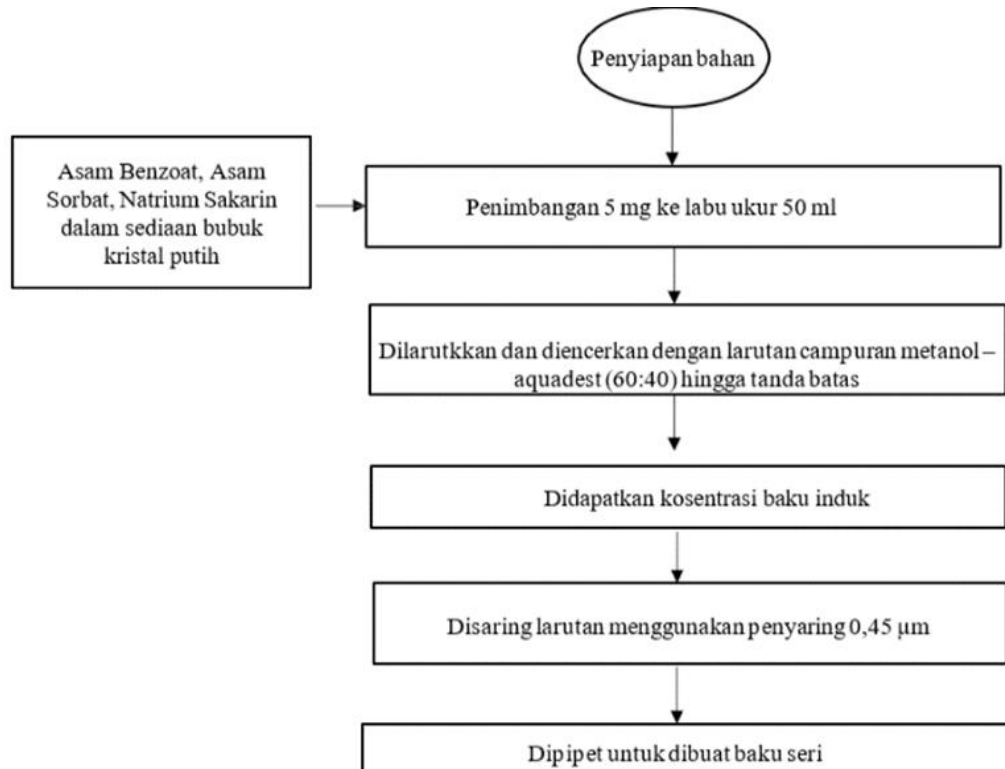


Gambar 1. Diagram alir pembuatan larutan dapar

2. Pembuatan Larutan Baku

Larutan baku dibuat dengan menggunakan standar baku asam benzoat, asam sorbat, dan natrium sakarin dalam sediaan bubuk kristal putih yang kemudian ditimbang masing-

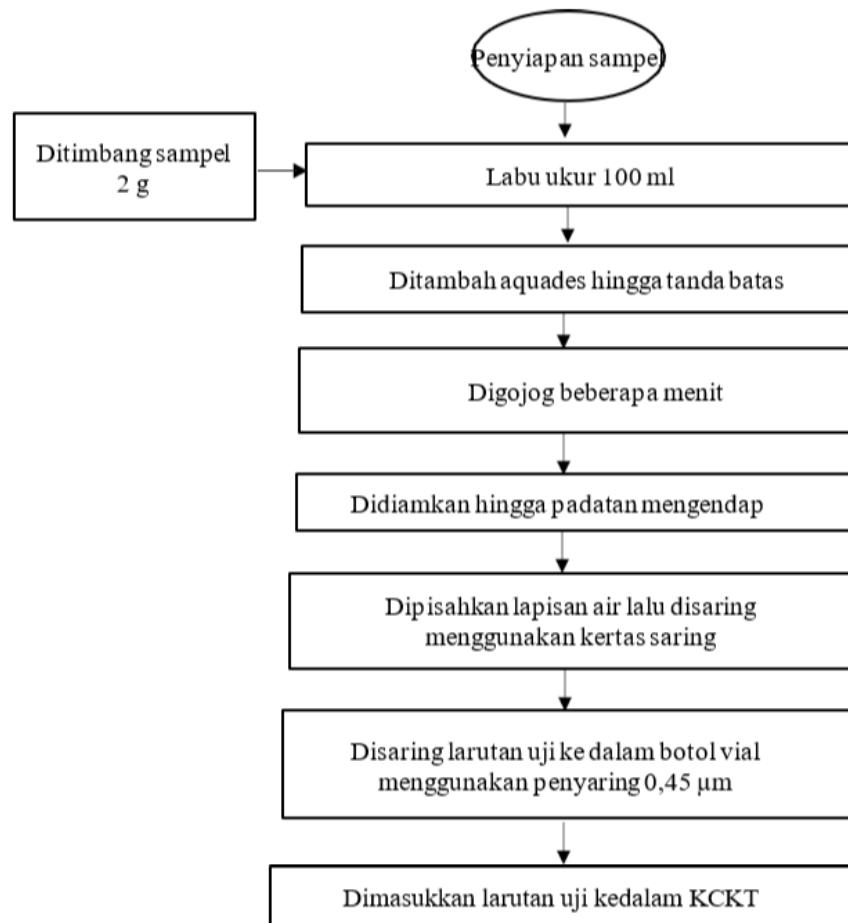
masing sebanyak 5 mg. Kemudian hasil timbang dimasukkan ke dalam labu tentukur 50 mL dilarutkan dengan campuran metanol-aquadest (60:40) hingga tanda. Masing-masing larutan baku dibuat baku seri yaitu 0,4; 1,6; 3,2; 6,4; 12,9; 19,4; dan 25,9 $\mu\text{g/mL}$. Diagram alir pembuatan larutan baku dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan larutan baku

3. Preparasi Sampel

Menimbang sampel sebanyak 2 gram menggunakan timbangan analitik. Sampel yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL. Selanjutnya, ditambahkan aquades hingga tanda batas. Larutan kemudian digojog kemudian didiamkan hingga terbentuk endapan. Lapisan cair dari larutan tersebut kemudian dipisahkan dan disaring menggunakan kertas saring. Larutan hasil penyaringan selanjutnya disaring kembali menggunakan penyaring berukuran 0,45 μm dan dimasukkan ke dalam botol vial sebagai larutan uji. Diagram alir preparasi sampel dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir preparasi sampel

4. Penetapan kadar benzoat, sorbat dan sakarin menggunakan KCKT

Setelah menyiapkan larutan sampel uji, larutan baku, dan fase gerak, setiap larutan diinjeksikan ke dalam instrumen KCKT. Sebelum analisis sampel, dilakukan uji kesesuaian sistem dengan menginjeksikan larutan standar kerja enam kali berulang untuk memastikan keakuratan alat, dengan nilai *Relative Standard Deviation* (RSD) $\leq 2\%$ pada waktu retensi dan luas area puncak. Setelah uji kesesuaian terpenuhi, sampel dianalisis dengan membandingkan waktu retensi (RT) dan profil puncak dengan larutan baku. Jika sinyal dan pola puncak identik, sampel dikonfirmasi mengandung benzoat, sorbat, atau sakarin sesuai dengan senyawa yang diuji.

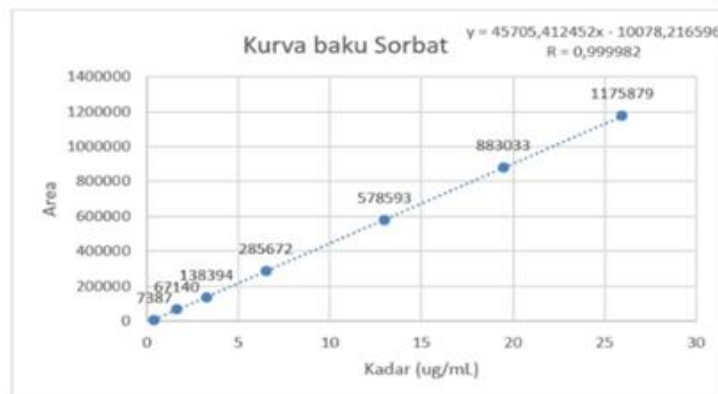
HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kadar benzoat, sorbat, dan sakarin dalam sampel makanan dilakukan menggunakan metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) untuk memastikan bahwa kadar bahan tambahan pangan (BTP) tidak melebihi batas yang ditetapkan oleh Peraturan BPOM No. 11 Tahun 2019. Sebelum menentukan kadar, terlebih dahulu dilakukan pembuatan kurva baku untuk masing-masing senyawa, yaitu benzoat, sorbat, dan sakarin. Kurva baku ini digunakan sebagai acuan dalam menghitung kadar senyawa yang terkandung dalam sampel berdasarkan hubungan antara konsentrasi standar dan luas area puncak hasil analisis KCKT.

Hasil analisis disajikan dalam bentuk kurva baku seperti pada Gambar 1, 2, dan 3, yang menunjukkan hubungan linier antara kadar standar dengan luas area puncak kromatogram. Sementara itu, hasil analisis kadar ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 4. Kurva baku benzoat



Gambar 5. Kurva baku sorbat



Gambar 6. Kurva baku sakarin

Tabel 1. Hasil analisis kadar benzoat, sorbat dan sakarin

Senyawa	Sampel	Area (Y)	P (mL)	Berat Sampel (g)	X	Kadar	Rata-rata	%RPD	Keterangan
Benzoat	23-1	997062	100	2,1838	25,44	1164,94	1105,97	0,10	Tidak Memenuhi Syarat
	23-2	855137	100	2,0869	21,85	1047,00			
	7-1	n.a	100	2,0212	n.a	n.a	n.a	n.a	Memenuhi Syarat
	7-2	n.a	100	2,1073	n.a	n.a			
	Saus-1	401230	100	1,9939	10,38	5,20	5,17	0,01	Memenuhi Syarat
	Saus-2	408350	100	2,0511	10,56	5,14			
Sorbit	23-1	n.a	100	2,1838	n.a	n.a	n.a	n.a	Memenuhi Syarat
	23-2	n.a	100	2,0869	n.a	n.a			
	7-1	n.a	100	2,0212	n.a	n.a	n.a	n.a	Memenuhi Syarat
	7-2	n.a	100	2,1073	n.a	n.a			
	Saus-1	n.a	100	1,9939	n.a	n.a	n.a	n.a	Memenuhi Syarat
	Saus-2	n.a	100	2,0511	n.a	n.a			
Sakarín	23-1	n.a	100	2,1838	n.a	n.a	n.a	n.a	Memenuhi Syarat
	23-2	n.a	100	2,0869	n.a	n.a			
	7-1	n.a	100	2,0212	n.a	n.a	n.a	n.a	Memenuhi Syarat
	7-2	n.a	100	2,1073	n.a	n.a			
	Saus-1	n.a	100	1,9939	n.a	n.a	n.a	n.a	Memenuhi Syarat
	Saus-2	n.a	100	2,0511	n.a	n.a			

Keterangan: P (Pengenceran), X (Kadar benzoat yang diperoleh dari perhitungan menggunakan kurva baku (ug/mL)), RPD (*Relative Percent Difference*), n.a (*not available*)

1. Analisis Kadar Benzoat

Asam benzoat (C₆H₅COOH) merupakan salah satu bahan pengawet yang banyak digunakan dalam industri pangan, terutama pada produk dengan tingkat keasaman tinggi seperti saus. Senyawa ini efektif menghambat pertumbuhan khamir dan bakteri karena kelarutan konsentrasi garam asam benzoat tinggi (Alawiyah *et al.*, 2023). Dalam penggunaannya, asam benzoat umumnya ditambahkan dalam bentuk garamnya, seperti natrium benzoat, yang lebih mudah larut dalam air. Konsumsi asam benzoat dalam jumlah berlebihan dapat berdampak negatif bagi kesehatan. Beberapa efek samping yang dapat timbul antara lain rasa kebas pada mulut, kejang otot perut, dan bahkan risiko kanker jika dikonsumsi dalam jangka panjang (Hermanto & Muzakkar, 2016). Oleh karena itu, penggunaannya dalam produk pangan dibatasi sesuai dengan regulasi yang ditetapkan oleh Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) No. 11 Tahun 2019.

Berdasarkan Gambar 1, uji linearitas menghasilkan persamaan regresi linier $y = 39572,620032x - 9771,178925$ dengan nilai R sebesar 0,999971. Persamaan ini digunakan untuk menghitung kadar asam benzoat dalam sampel berdasarkan area kromatogram dengan mempertimbangkan faktor berat dan pengenceran. Kurva standar yang diperoleh menunjukkan hubungan linier yang sangat baik antara konsentrasi standar dan respons instrumen, sehingga dapat dijadikan dasar perhitungan kadar benzoat pada sampel yang dianalisis.

Berdasarkan Tabel 1, kadar benzoat dalam sampel sambal (nomor 23) diperoleh sebesar 1164,94 mg/kg pada ulangan pertama dan 1047,00 mg/kg pada ulangan kedua, dengan rata-rata 1105,97 mg/kg serta nilai RPD 0,10 yang menandakan ketelitian hasil masih dapat diterima. Namun, kadar tersebut melebihi batas maksimum 1000 mg/kg sesuai Perka BPOM No. 11 Tahun 2019. Hasil ini sejalan dengan Rianto *et al.*, (2020) yang menganalisis beberapa sampel sambal kemasan dan menemukan seluruhnya mengandung benzoat dengan kadar 1057,41–3516,37 mg/kg.

Pada sampel bakpia (nomor 7), benzoat tidak terdeteksi karena kromatogram tidak menunjukkan puncak yang sesuai dengan standar. *Limit of Detection* (LOD) metode adalah

2,42 mg/kg, sehingga kadar benzoat dalam bakpia dipastikan berada di bawah batas deteksi. Dengan demikian, produk ini memenuhi standar keamanan. Sementara itu, kadar benzoat dalam sampel saus diperoleh sebesar 5,20 mg/kg pada ulangan pertama dan 5,14 mg/kg pada ulangan kedua, dengan rata-rata 5,17 mg/kg dan RPD sebesar 0,01. Nilai ini jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM, menunjukkan bahwa produk saus tersebut aman dikonsumsi.

2. Analisis Kadar Sorbat

Asam sorbat merupakan salah satu pengawet organik yang banyak digunakan dalam industri pangan untuk memperpanjang masa simpan produk seperti daging, ikan, keju, dan sirup (Ariantini, 2019). Produk yang termasuk dalam kategori makanan seperti roti dan saus, asam sorbat dapat digunakan hingga batas maksimum 1000 mg/kg berat badan. Namun, apabila dikonsumsi secara berlebihan, zat ini berpotensi menyebabkan efek samping seperti mual, muntah, diare, serta pusing (Nurdiani & Ismail, 2019).

Berdasarkan Gambar 2, hasil uji linearitas menghasilkan persamaan regresi linier $y = 45705,412452x - 10078,216596$ dengan nilai R sebesar 0,999982. Nilai R yang sangat mendekati 1 menunjukkan bahwa metode analisis yang digunakan memiliki akurasi dan linearitas yang sangat baik. Persamaan regresi ini digunakan untuk menghitung kadar asam sorbat dalam sampel berdasarkan hubungan antara konsentrasi standar dan area kromatogram.

Hasil analisis kadar sorbat yang disajikan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada sampel sambal (nomor 23), tidak ditemukan kandungan sorbat dalam kedua ulangan. Dengan LOD sebesar 2,56 mg/kg, kadar sorbat dalam sampel tersebut dipastikan berada di bawah batas deteksi metode. Nilai *Relative Percent Difference* (RPD) tidak dapat dihitung karena kedua ulangan menunjukkan hasil yang sama. Berdasarkan Perka BPOM Nomor 11 Tahun 2019, batas maksimum penggunaan sorbat pada kategori saus dan produk sejenis adalah 1000 mg/kg. Hal ini sejalan dengan temuan Rianto *et al.*, (2020) yang melaporkan bahwa beberapa sampel sambal memang mengandung sorbat, tetapi kadarnya masih di bawah ambang batas maksimum penggunaan pengawet sorbat yang diperbolehkan.

Hal serupa juga ditemukan pada sampel bakpia (nomor 7) dan sampel saus, di mana kadar sorbat tidak terdeteksi dalam kedua ulangan. Tidak adanya puncak kromatogram yang sesuai dengan standar mengindikasikan bahwa kadar sorbat dalam produk tersebut berada di bawah LOD. Menurut regulasi BPOM, batas maksimum penggunaan sorbat untuk kategori bakeri istimewa dan saus adalah 1000 mg/kg. Oleh karena itu, kedua produk ini dapat dikategorikan sebagai bebas dari sorbat atau memiliki kadar yang sangat kecil hingga tidak dapat dideteksi, serta masih memenuhi persyaratan regulasi.

3. Analisis Kadar Sakarin

Sakarin merupakan pemanis buatan yang berasal dari garam natrium asam sakarin. Senyawa ini berbentuk bubuk kristal putih, tidak berbau, dan memiliki tingkat kemanisan antara 200–700 kali lebih tinggi dibandingkan sukrosa 10% (Fatimah *et al.*, 2015). Konsumsi sakarin dalam jumlah berlebih dilaporkan menimbulkan berbagai efek samping, mulai dari gangguan pencernaan hingga peningkatan risiko kanker otak dan kandung kemih (Herman, 2020). Oleh karena itu, penggunaan sakarin dalam produk pangan diawasi ketat melalui regulasi.

Berdasarkan Gambar 3, hasil uji linearitas untuk penentuan kadar sakarin menghasilkan persamaan regresi linier $y = 35543,141968x - 10261,531789$ dengan nilai r^2 sebesar 0,9992. Nilai r^2 yang mendekati 1 menunjukkan bahwa metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) yang digunakan memiliki linearitas sangat baik. Persamaan regresi ini digunakan untuk menghitung kadar sakarin dalam sampel dengan mempertimbangkan berat sampel dan faktor pengenceran.

Hasil analisis pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada tiga sampel yang diuji (sambal nomor 23, bakpia nomor 7, dan saus), tidak ditemukan kandungan sakarin dalam kedua ulangan. Dengan LOD sebesar 2,31 mg/kg, kadar sakarin pada seluruh sampel berada di bawah batas deteksi sehingga tidak dapat diukur. Nilai RPD juga tidak dapat dihitung karena kedua ulangan konsisten menunjukkan hasil “tidak terdeteksi”. Berdasarkan Peraturan BPOM Nomor 11 Tahun 2019, batas maksimum penggunaan sakarin adalah 160 mg/kg untuk kategori saus dan 170 mg/kg untuk produk bakeri. Dengan demikian, seluruh sampel yang diuji memenuhi ketentuan regulasi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, kadar benzoat dalam sampel sambal, saus, dan bakpia masing-masing adalah 1105,97 mg/kg, 5,17 mg/kg, dan tidak terdeteksi, sedangkan kadar sorbat dan sakarin pada seluruh sampel juga tidak terdeteksi. Hasil ini menunjukkan bahwa kadar benzoat dalam sambal melebihi batas maksimum, sementara kadar benzoat dalam saus dan bakpia masih sesuai ketentuan, demikian pula dengan sorbat dan sakarin yang berada dalam batas aman. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada jumlah sampel dan jenis produk, sehingga penelitian selanjutnya perlu mencakup variasi produk dan wilayah yang lebih luas dengan metode deteksi yang lebih sensitif agar hasil yang diperoleh lebih representatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Alawiyah, T. , S. A. , S. H. , N. M. , R. M. , & W. N. O. (2023). identifikasi natrium benzoat pada saus tomat yang beredar di Kota Banjarmasin. *Sains Medisina*, 1(6), 346–350.
- Ariantini, N. S. (2019). Analisis Kadar Zat Aditif pada Minuman Sirup Rasa Marquisa. *Jurnal Penelitian Kimia Terapan Indonesia (IJACR)*, 1(2).
- Clement, H. , D. A. , S.-M. K. , C. C. , B. N. , S. E. , & F. C. (2019). Food intolerance and attention deficit hyperactivity disorder. *Deutsche Gesellschaft Für Biologische Psychiatrie*, 52.
- Herman, N. A. (2020). Identifikasi sakarin, siklamat, dan natrium benzoat serta karakteristik susu kedelai yang dijual di pasar tradisional wilayah Jimbaran, Bali selama penyimpanan. *Jurnal Itepa*, 9(4), 468–481.
- Hermanto, H. , & M. M. Z. (2016). Analisis Kandungan Zat Pengawet Natrium Benzoat pada Sirup Kemasan Botol yang Diperdagangkan di Mall Mandonga dan Hypermart Lippo Plaza Kota Kendar. *Jurnal Sains Dan Teknologi Pangan*, 1(1), 51–57.
- Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1992 (1992).
- Martins, F. C. O. L. , S. M. A. , & D. S. D. (2019). Analytical methods in food additives determination: Compounds with functional application. *In Food Chemistry*, 272.
- Mustika, S. (2019). *Keracunan Makanan: Cegah, Kenali, Atasi*. UB Press.
- Nurdiani, C. U. , & I. M. D. (2019). Penetapan Kadar Asam Benzoat pada Margarin Bermerk Kemasan dan Bermerk Curah di Wilayah Pasar Cislak Depok. *Jurnal Ilmiah Analis Kesehatan*, 5(2), 183–188.
- Peraturan Badan Pengawasan Obat Dan Makanan, 1 (2019).
- Praja, D. I. (2015). *Zat aditif makanan: manfaat dan bahayanya*. Garudhawaca.
- Purnama, G. S. (2017). *Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan*. Universitas Udayana.
- Ramadhani, N. (2024). Validasi metode analisis kadar migrasi formaldehid dalam air kemasan menggunakan metode kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT). *Doctoral Dissertation*.

- Reizza, M. G. , D. S. A. H. , Y. N. , & P. N. N. (2023). Pengujian kadar pengawet asam benzoat dan asam sorbat pada permen keras menggunakankromatografi cair kinerja tinggi. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 2(1), 83–91.
- Rianto, M. M. , M. E. , & N. S. (2020). Analisis kadar benzoat dan sorbat pada saus sambal kemasan yang dijual di Pasar Baru Bekasi dengan metode HPLC. *Jurnal Mitra Kesehatan*, 3(1), 22–27.
- Ulya, M. , A. N. F. , & H. K. (2020). Pengaruh penambahan natrium benzoat dan suhu penyimpan terhadap mutu minuman herbal cabe jamu cair. *Rekayasa*, 131(1), 77–81.