



Deteksi dan Analisis Kadar Natrium Siklamat dalam Es Teh Manis yang dijual di Kawasan Pundung Nogotirto Gamping Sleman Yogyakarta

Haifa Nur Fatharani *, Diah Puspitasari, Kurnia Mar'atus Solichah

Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta, Indonesia

*Email (Penulis Korespondensi): nurfatharanihaifa@gmail.com

Abstrak. Es teh manis merupakan minuman yang digemari oleh masyarakat sebab rasanya yang menyegarkan dan harganya yang terjangkau. Dalam proses pembuatannya, beberapa pedagang menggunakan Bahan Tambahan Pangan (BTP) berupa pemanis buatan untuk menekan biaya produksi dan menghasilkan rasa manis yang lebih kuat. Salah satu pemanis buatan yang sering digunakan adalah Natrium Siklamat. Natrium siklamat dibatasi oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Maraknya penggunaan pemanis buatan seperti natrium siklamat pada es teh menimbulkan kekhawatiran di kalangan masyarakat tentang dampaknya terhadap kesehatan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi kandungan siklamat pada es teh manis yang dijual di kawasan Pundung, Nogotirto, Gamping, Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Pengujian kualitatif dilakukan dengan menggunakan metode pengendapan dan uji kuantitatif menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Teknik pengambilan sampel menggunakan Purposive Sampling dengan sampel yang diambil sebanyak 9 sampel es teh manis. Analisis hasil uji dilakukan secara deskriptif. Hasil pengujian secara kualitatif menggunakan metode pengendapan menunjukkan bahwa 9 sampel es teh manis negatif mengandung natrium siklamat sedangkan pengujian secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa 9 sampel es teh manis positif mengandung natrium siklamat. Meski demikian, kadar dalam sampel masih dibawah ambang batas penggunaan maksimum BTP sehingga es teh manis di kawasan tersebut aman namun tetap tidak direkomendasikan dikonsumsi oleh masyarakat dalam jangka panjang. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai tingkat keamanan konsumsi es teh manis di area tersebut dan mendorong peningkatan kesadaran pedagang serta konsumen terkait pemanis buatan.

Kata kunci: Natrium siklamat, es teh manis, pengendapan, spektrofotometer UV-Vis

Abstract. Sweet iced tea is a popular drink due to its refreshing taste and affordable price. In the manufacturing process, some vendors use Food Additives (BTP) in the form of artificial sweeteners to reduce production costs and produce a stronger sweet taste. One of the artificial sweeteners frequently used is Sodium Cyclamate. Sodium cyclamate is restricted by the Food and Drug Monitoring Agency (BPOM). The widespread use of artificial sweeteners such as sodium cyclamate in iced tea raises public concerns about its impact on health. This study aims to detect cyclamate content in sweet iced tea sold in the Pundung, Nogotirto, Gamping, Sleman, Yogyakarta area. This study was conducted qualitatively and quantitatively. Qualitative testing was carried out using the precipitation method and quantitative testing using a UV-Vis Spectrophotometer. The sampling technique used Purposive Sampling with 9 samples of sweet iced tea taken. Analysis of the test results was carried out descriptively. Qualitative testing using the precipitation method showed that 9 samples of sweet iced tea were negative for sodium cyclamate, while quantitative testing using a UV-Vis spectrophotometer showed that 9 samples of sweet iced tea were positive for sodium cyclamate. However, the levels in the samples were still below the maximum usage threshold for

BTP, so sweet iced tea in the area is safe but still not recommended for long-term consumption by the public. This study is expected to provide information on the safety level of sweet iced tea consumption in the area and encourage increased awareness of traders and consumers regarding artificial sweeteners.

Keywords: Sodium cyclamate, sweet iced tea, precipitation, UV-Vis spectrophotometer

1. Pendahuluan

Keamanan pangan adalah studi tentang praktik keamanan pangan, termasuk cara mencegah kontaminasi dari zat fisik, biologis, dan kimia (Lestari, 2020). Maraknya makanan dan minuman yang beredar banyak mengandung bahan berisiko untuk kesehatan. Salah satu bahan yang berisiko untuk kesehatan adalah Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang digunakan secara berlebihan. Salah satu BTP yang sering digunakan adalah pemanis buatan sebagai pengganti sukrosa. Jenis pemanis buatan sangat bermacam-macam antara lain asesulfam-K, aspartam, asam siklamat (natrium siklamat dan kalsium siklamat), sakarin, sukralosa, dan neotam. Saat ini, fenomena penggunaan pemanis buatan jenis natrium siklamat semakin meluas seiring dengan tingginya permintaan produk rendah energi dan meningkatnya kesadaran konsumen akan gaya hidup sehat. Natrium siklamat ($C_6H_{12}NNaO_3S$) atau nama lain *Natrium Sikloheksisulfat* ini banyak digunakan dibandingkan dengan pemanis lainnya oleh beberapa produsen minuman karena memiliki harga yang jauh lebih murah, mudah ditemukan, dan memiliki rasa manis dengan intensitas 30-40 kali lebih tinggi yang seringkali mengubah persepsi dalam mulut dari produk pangan dengan karakteristik khas rasa pahit (Adawiyah *et al.*, 2020). Banyak produsen yang menyalahgunakan penggunaan natrium siklamat di luar batas aman yang telah ditetapkan untuk dapat menekan biaya produksi yang dikeluarkan (Novitasari *et al.*, 2019).

Salah satu minuman yang sering dikonsumsi oleh seluruh penduduk Indonesia adalah teh. Es teh manis merupakan minuman populer yang sering menggunakan natrium siklamat oleh beberapa produsen minuman. Selama dua tahun terakhir ini banyak bermunculan penjual es teh manis dengan berbagai merk dagang di beberapa ruas jalan hingga sepanjang sekitar 50 meter, dengan harga berkisar Rp 2.500,00 hingga Rp 3.000,00 per sajian (Kusumawati *et al.*, 2024). Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, ditemukan beberapa hasil analisis secara kualitatif menggunakan metode pengendapan pemanis buatan sakarin dan siklamat terhadap 8 sampel pedagang minuman kemasan tidak bermerek menunjukkan hasil semua sampel negatif sakarin, 4 sampel positif siklamat, dan 4 sampel lainnya negatif siklamat (Amalia & Pangastuti, 2022). Selain itu, Rosita (2023) menyebutkan bahwa di sekitar Universitas Islam Negeri Jakarta terdapat 2 sampel minuman kekinian positif dari 16 sampel mengandung pemanis natrium siklamat dengan kadar kandungan natrium siklamat 4,31- 11,10 mg/kg dan masih dibawah ambang batas aman penggunaan natrium siklamat. Hal ini mendukung dengan seiring berjalannya perkembangan industri minuman teh dengan harga murah, meningkatkan potensi penggunaan natrium siklamat sebagai alternatif gula untuk menekan biaya produksi (Harahap, 2019).

Penggunaan natrium siklamat diperbolehkan dengan batas maksimum penggunaan 350 mg/kg produk siap konsumsi. Penggunaan natrium siklamat secara berlebihan dapat memberikan dampak negatif seperti mual, sakit kepala, muntah, meningkatkan risiko kanker, iritasi lambung, dan perubahan fungsi sel dalam tubuh yang disebabkan oleh metabolisme pemanis buatan dipecah lebih lambat dibandingkan dengan gula alami, sehingga menarik

lebih banyak air ke tinja (Hartini & Simorangkir, 2020). Hal ini diperkuat dengan laporan Robiatul (2024), pada bulan Februari di Sukabumi muncul peristiwa kejadian mual bahkan pingsan oleh 28 siswa usai menyantap jajanan yang berasal dari China dan produk tersebut ditarik oleh Badan Pangan Singapura (SFA) disebabkan mengandung bahan pemanis buatan siklamat dan asesulfam-K dalam kadar tinggi di luar batas aman. Identifikasi saat ini dilakukan di area kawasan pundung. Kawasan Pundung merupakan salah satu sentra kuliner area pendidikan yang banyak dikunjungi mahasiswa/i Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta. Berdasarkan pra-survei, kawasan pundung dengan jarak 650 meter ditemukan 9 penjual es teh manis dengan ukuran dan harga yang terjangkau. Hal ini memberikan kecenderungan bagi produsen dalam penggunaan natrium siklamat sebagai alternatif pengganti gula untuk dapat menarik konsumen dengan adanya persaingan harga antar penjual. Aktivitas dan pembelajaran yang cukup padat mendorong mahasiswa/i untuk membeli produk minuman es teh manis yang dijual di wilayah tersebut. Akibatnya, penggunaannya menimbulkan kekhawatiran bagi masyarakat terkait dampak negatif terhadap kesehatan. Deteksi dan analisis kandungan natrium siklamat menjadi bentuk upaya untuk mengurangi kekhawatiran akan potensi penggunaan bahan tambahan pangan (BTP) yang tidak sesuai ketentuan.

Identifikasi natrium siklamat secara kualitatif umumnya dilakukan melalui metode pengendapan, dimana terbentuknya endapan putih menunjukkan hasil positif (Marliza, 2019). Terdapat kekurangan apabila kandungan dalam sampel berjumlah kecil tidak timbul adanya endapan (Al Ayyubi, 2019). Oleh karena itu, untuk memastikan dan mengetahui konsentrasinya membutuhkan analisis secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan mengukur serapan sampel dan panjang gelombang maksimum hingga memperoleh hasil presisi dan akurat (Rohmah & Martha, 2021). Deteksi dan analisis natrium siklamat juga dikaitkan dengan tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) ke-3 untuk mewujudkan kehidupan masyarakat sehat dan sejahtera yang terbebas dari penggunaan natrium siklamat dalam es teh manis yang dikonsumsi oleh masyarakat sekitar.

Berdasarkan hal di atas, penelitian ini dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif untuk mendeteksi kadar natrium siklamat pada es teh manis yang dijual di kawasan Pundung, Nogotirto, Gamping, Sleman, Yogyakarta. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bagi konsumen untuk lebih selektif terkait pilihan minuman yang mereka konsumsi serta sebagai menjadi acuan dalam penguatan regulasi keamanan pangan sehingga minuman yang beredar tidak akan membahayakan konsumen.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan melalui observasional secara kualitatif dengan metode pengendapan dan secara kuantitatif dengan spektrofotometer UV-Vis. Populasi pada penelitian ini adalah seluruh pedagang minuman es teh manis jumbo dengan jarak 650 meter dari kawasan kampus UNISA Yogyakarta yang berjumlah 9 pedagang es teh. Pengambilan sampel melalui teknik *Purposive Sampling* berdasarkan kriteria dengan tarif harga jual Rp. 2.500,00 – Rp. 3.000,00 dan kemasan berukuran 18 Oz (560 ml) hingga 22 Oz (660 ml). Etika penelitian yang berlaku dalam penelitian ini berdasarkan nomor uji etik penelitian 2155/KEP-UNISA/V/2025.

Metode pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah data Primer. Analisis terhadap data yang terkumpul dilakukan secara deskriptif dengan mengacu kepada

peraturan BPOM nomor 29 tahun 2021 tentang persyaratan bahan tambahan pangan campuran batasan maksimal penggunaan natrium siklamat sebesar 350 mg/kg produk siap konsumsi. Instrumen dan bahan yang digunakan beaker gelas, corong pisah, erlenmayer, labu ukur (*Pyrex*), pipet volume (*Pyrex*), gelas ukur, tabung reaksi (*Iwaki*), kertas saring, rak tabung, corong kaca, *hot plate*, timbangan analitik (KERN: ABS 220-4, Indonesia), dan seperangkat alat spektrofotometer UV (*Thermo Scientific GENESYS Vis and UV-Vis Spectrophotometers*, Amerika Serikat), minuman es teh manis jumbo, baku siklamat (Natrium Siklamat NF13), *aquadest*, HCl 10%, BaCl₂ 10%, NaNO₂ 10%, H₂SO₄ 98%, Asam sulfat Pekat 30%, Etil Asetat, Natrium Hidroksida 0,5; 10 N (PA), Sikloheksana (PA) dan larutan hipoklorit dengan kandungan 1% klor bebas (Pudak).

Uji kualitatif kandungan siklamat menggunakan metode pengendapan yang mengacu pada penelitian Sulati (2020), larutan kontrol positif dibuat dengan melarutkan 500 mg natrium siklamat yang dimasukkan dalam labu ukur 100 ml. 25 ml sampel dimasukkan ke erlenmayer, encerkan dengan *aquadest* (1:1), disaring, ditambahkan HCl 10% dan BaCl₂ 10% sebanyak 10 ml, dikocok lalu diamkan 30 menit, ditambahkan NaNO₂ 10% sebanyak 10 ml ke reaksi larutan, dan dipanaskan menggunakan *hotplate*. Hasil menunjukkan positif natrium siklamat apabila endapan putih timbul. Uji kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan beberapa tahapan secara duplo. Adapun larutan yang disiapkan sebelum melakukan pengujian yaitu larutan NaOH 10 N dan NaOH 0,5 N.

2.1 Pembuatan larutan NaOH 10 N (Andalia *et al.*, 2023)

Larutan NaOH 10 N dibuat dengan menambahkan 10 gr NaOH dan diencerkan dalam labu ukur 25 ml menggunakan *aquadest* sampai tanda batas.

2.2 Larutan NaOH 0,5 N (Andalia *et al.*, 2023)

Larutan NaOH 0,5 N dibuat dengan menambahkan 5 ml NaOH 10 N dan diencerkan dalam labu ukur 100 ml menggunakan *aquadest* sampai tanda batas.

2.3 Pembuatan larutan blanko (Sulati, 2020)

Sekitar 50 ml air masuk dalam wadah corong pemisah, ditambahkan H₂SO₄ 98% sebanyak 2,5 ml, dan campuran lalu didinginkan. Selanjutnya, ditambahkan etil asetat sebanyak 50 ml, dikocok selama 2-3 menit lalu diambil $\pm$ 40 ml bagian bening. Bagian yang bening masuk dalam wadah corong pemisah kedua lalu diekstraksi dengan 15 ml air, dan diulang sebanyak 3 kali. Lapisan air dikumpulkan dan masuk dalam wadah corong pemisah ketiga, dan natrium hidroksida 10 N sebanyak 1 ml dan 5 ml sikloheksana lalu dikocok selama 60 detik. Etil asetat dikeluarkan, lapisan air kemudian dibawa ke corong pemisah keempat, ditambahkan asam sulfat 30% sebanyak 2,5 ml, sikloheksana dan larutan natrium hidroklorit sebanyak 5 ml, dikocok selama 2-3 menit. Lapisan atas (sikloheksana) berwarna kuning kehijauan dan jika lapisan ini tidak berwarna, maka ditambahkan larutan natrium hidroklorit $\pm$ 5 ml. Lapisan air dibuang, lapisan atas dicuci dengan natrium hidroksida (0,5 N) sebanyak 25 ml dan dikocok selama 1 menit, dan lapisan bawah dibuang. Lapisan atas dicuci dengan air suling sebanyak 25 ml dan dikocok. Lapisan air dipisahkan dan sikloheksana digunakan sebagai blanko (C).

2.4 Penentuan panjang gelombang maksimum (Suliati, 2020)

Larutkan masing-masing konsentrasi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200 - 400 nm. Kurva standar dibuat antara konsentrasi terhadap serapan hingga diperoleh hasil persamaan regresi yang dipergunakan untuk perhitungan pada analisis yang akan datang.

2.5 Penentuan linearitas kurva standar (Suliati, 2020)

Larutan baku dibuat dengan konsentrasi 1000 ppm. Sebanyak 100 mg siklamat dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan dilarutkan menggunakan air suling sampai tanda batas. Larutan kurva baku, dari larutan siklamat baku 1000 ppm dibuat pengenceran dengan variasi volume: 1; 2; 3; 4; dan 5 ml sampai diperoleh konsentrasi 20; 40; 60; 80; dan 100 ppm, diencerkan dalam labu ukur 50 ml menggunakan air suling sampai tanda batas. Masing-masing larutan dimasukkan ke dalam corong pisah yang berisi 25 ml air suling, ditambahkan H_2SO_4 98% sebanyak 2,5 mL, dan campuran lalu didinginkan. Selanjutnya, ditambahkan etil asetat sebanyak 50 ml, dikocok selama kurang lebih 2-3 menit dan diambil bagian beningnya. Bagian bening kemudian ditempatkan dalam wadah corong pemisah kedua lalu diekstraksi dengan 15 ml air, diulangi sebanyak 3 kali. Lapisan air dikumpulkan dan dimasukkan dalam wadah corong pemisah ketiga, dan natrium hidroksida 10 N sebanyak 1 ml dan 5 ml sikloheksana dikocok selama 60 detik. Lapisan air dimasukkan ke dalam corong pemisah keempat, 2,5 ml asam sulfat 30%, 5 ml sikloheksana, dan 5 ml larutan natrium hipoklorit ditambahkan dan dikocok selama sekitar 2-3 menit. Lapisan atas (sikloheksana) berwarna kuning kehijauan. Apabila lapisan ini tidak berwarna, ditambahkan larutan natrium hipoklorit sebanyak ± 5 ml. Sikloheksana (lapisan atas) kemudian dicuci dengan 25 ml natrium hidroksida 0,5 N dan dikocok selama 60 detik. Kemudian, lapisan atas (sikloheksana) dicuci dengan 25 ml air suling, dikocok, dan dibuang. Sikloheksana (lapisan atas) diperoleh (A).

2.6 Penentuan kadar siklamat pada sampel (Suliati, 2020)

Sekitar 50 ml sampel masuk dalam wadah corong pemisah, ditambahkan H_2SO_4 98% sebanyak 2,5 ml, dan campuran lalu didinginkan. Selanjutnya, ditambahkan etil asetat sebanyak 50 ml, dikocok selama 2-3 menit lalu diambil ± 40 ml bagian bening. Bagian yang bening masuk dalam wadah corong pemisah kedua lalu diekstraksi dengan 15 ml air, dan diulang sebanyak 3 kali. Lapisan air dikumpulkan dan masuk dalam wadah corong pemisah ketiga, dan natrium hidroksida 10 N sebanyak 1 ml dan 5 ml sikloheksana lalu dikocok selama 60 detik. Etil asetat dikeluarkan, lapisan air kemudian dibawa ke corong pemisah keempat, ditambahkan 2,5 ml asam sulfat 30%, 5 ml sikloheksana dan 5 ml larutan natrium hidroklorit, dikocok selama 2-3 menit. Lapisan atas (sikloheksana) berwarna kuning kehijauan; jika lapisan ini tidak berwarna, ditambahkan ± 5 ml larutan natrium hidroklorit. Lapisan air dibuang, lapisan sikloheksana dicuci dengan 25 ml natrium hidroksida (0,5 N) dan dikocok selama 1 menit, dan lapisan bawah dibuang. Lapisan atas (sikloheksana) dicuci dengan 25 ml air suling dan dikocok. lapisan sikloheksana dikocok dengan 25 mL air, diambil lapisan sikloheksana dan lapisan air dibuang (B).

2.7 Penetapan kadar natrium siklamat (Sulianti, 2020)

Larutan A, B diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum dan larutan C sebagai larutan pembanding dan dihitung kadar pemanis siklamat dengan menggunakan persamaan regresi linear:

$$y = bx + a$$

Keterangan:

- y = Absorbansi sampel
- b = Slope (kemiringan)
- x = Konsentrasi sampel
- a = Intercept (perpotongan garis)

Kadar siklamat dalam sampel dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kadar siklamat} = \frac{C_{Sp} \times F}{W}$$

Keterangan:

- C_{Sp} = Kadar siklamat (kurva)
- F = Faktor pengenceran (ml)
- W = Bobot (ml)

2.8 Uji LOD (*Limit of Detection*) dan LOQ (*Limit of Quantitation*)

LOD dan LOQ ditentukan melalui persamaan regresi linear dengan rumus:

$$SD = \frac{\sqrt{(Y-Y)^2}}{n-2}$$

$$LOD = \frac{3 \times SD}{Slope}$$

$$LOQ = \frac{10 \times SD}{Slope}$$

LOD ditentukan untuk mengetahui jumlah analit atau sampel terkecil dalam sampel yang masih memberikan respon signifikan terhadap metode analisis tertentu, sedangkan penentuan LOQ ditentukan untuk mengetahui kadar terkecil atau konsentrasi terkecil dari suatu zat yang dapat diukur secara kuantitatif dengan akurasi dan presisi yang dapat diterima menggunakan metode analisis tertentu.

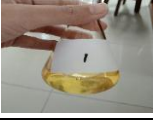
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kandungan Natrium Siklamat secara Kualitatif

Identifikasi pemanis buatan jenis natrium siklamat secara kualitatif menggunakan metode uji pengendapan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

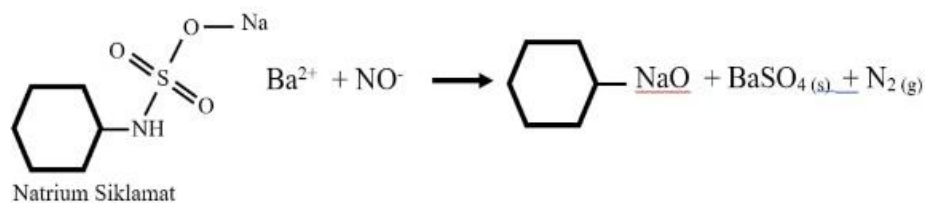
Tabel 1. Hasil Analisis Uji Kualitatif Natrium Siklamat

No	Sampel	Gambar	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
1.	Aquadest + Na Siklamat (Kontrol)		Adanya endapan putih	Positif
2.	Es Teh A		Tidak adanya endapan putih	Negatif

No	Sampel	Gambar	Hasil Pengamatan	Kesimpulan
3.	Es Teh B		Tidak adanya endapan putih	Negatif
4.	Es Teh C		Tidak adanya endapan putih	Negatif
5.	Es Teh D		Tidak adanya endapan putih	Negatif
6.	Es Teh E		Tidak adanya endapan putih	Negatif
7.	Es Teh F		Tidak adanya endapan putih	Negatif
8.	Es Teh G		Tidak adanya endapan putih	Negatif
9.	Es Teh H		Tidak adanya endapan putih	Negatif
10.	Es Teh I		Tidak adanya endapan putih	Negatif

Berdasarkan Tabel 1, menunjukkan bahwa dari 9 sampel es teh manis yang diuji secara keseluruhan sampel menunjukkan hasil negatif mengandung natrium siklamat yang ditandai dengan tidak adanya endapan putih pada sampel. Prinsip uji pengendapan didasarkan pada reaksi natrium siklamat dengan asam klorida yang menghasilkan sikloheksamina, asam sulfat, dan natrium klorida. Asam sulfat yang terbentuk bereaksi dengan barium klorida membentuk endapan barium sulfat berwarna putih yang tersuspensi dalam campuran.

Pengujian secara kualitatif dilakukan dengan metode pengendapan, endapan putih terbentuk dalam suasana asam dengan penambahan HCl 10%. Pengotor-pengotor yang ada dalam larutan diendapkan dan diputus ikatan sulfat dalam siklamat melalui penambahan BaCl₂ 10% dan NaNO₂ 10% (Al-Muqsih & Nadira, 2021). Adapun reaksi yang terjadi selama proses pembentukan endapan pada Gambar 1.



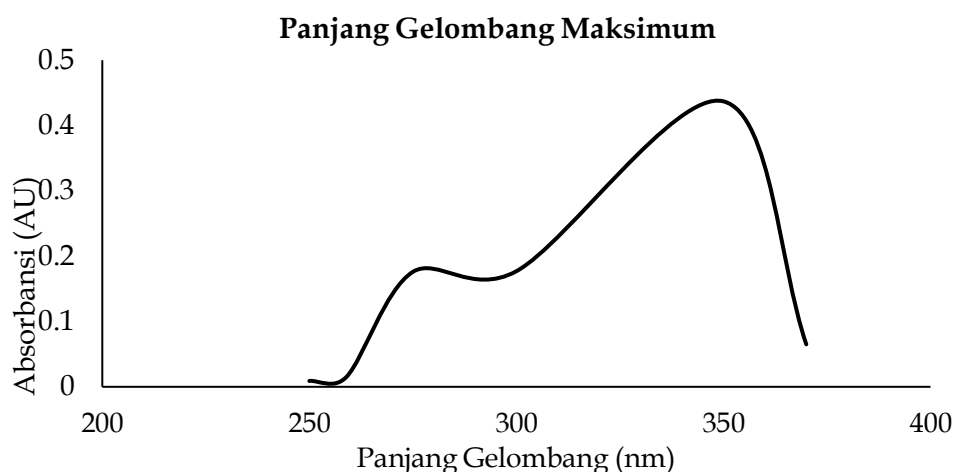
Gambar 1. Reaksi Pembentukan Endapan Barium Sulfat (Anggreani, 2023)

Penggunaan natrium siklamat masih diperbolehkan di Indonesia dengan batasan maksimum 350 mg/kg produk siap konsumsi (BPOM, 2021). Negara seperti Amerika, India, Hong Kong, dan Inggris telah melarang penggunaan siklamat sebagai bahan tambahan pangan. Oleh karena itu, uji keberadaan natrium siklamat penting dilakukan untuk menjamin keamanan konsumen. Hasil negatif dalam uji kualitatif tidak serta merta menunjukkan keberadaan siklamat. Sampel tidak teridentifikasi adanya endapan putih saat pengujian secara kualitatif dapat disebabkan oleh metode pengendapan yang memiliki sensitivitas rendah sehingga tidak mampu mendeteksi kadar natrium siklamat dalam jumlah kecil. Oleh sebab itu, pengujian dilanjutkan secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis untuk memastikan keberadaan siklamat dan mengetahui konsentrasi kadar siklamat meskipun dalam jumlah yang kecil (Suliaty, 2020).

3.2 Kandungan Natrium Siklamat secara Kuantitatif

Pengujian secara kuantitatif dilakukan untuk semua sampel es teh jumbo sebanyak 9 sampel. Deteksi natrium siklamat pada es teh jumbo dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV. Pengujian kuantitatif langkah pertama yang harus dilakukan yaitu penentuan panjang gelombang maksimum untuk mendapatkan hasil pengukuran yang paling sensitif dan akurat. Hasil penentuan panjang gelombang maksimum dapat dilihat pada Gambar 1.

Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan menggunakan larutan baku siklamat dengan konsentrasi 20 ppm dan diukur absorbansinya pada rentang panjang gelombang 200 – 400 nm. Penentuan panjang gelombang maksimum pengujian secara kuantitatif kadar siklamat menggunakan detektor spektrofotometer UV dipilih pada penelitian ini karena spektrofotometer merupakan instrumen yang akurat dimana alat ini digunakan untuk mengukur transmitansi reflektansi dan absorbansi dari cuplikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Selain itu senyawa natrium siklamat merupakan senyawa tidak berwarna dan tidak memiliki sistem konjugasi yang panjang, karena itu siklamat tidak menyerap cahaya di wilayah sinar tampak, melainkan secara signifikan menyerap cahaya di daerah UV (Resta *et al.*, 2024).



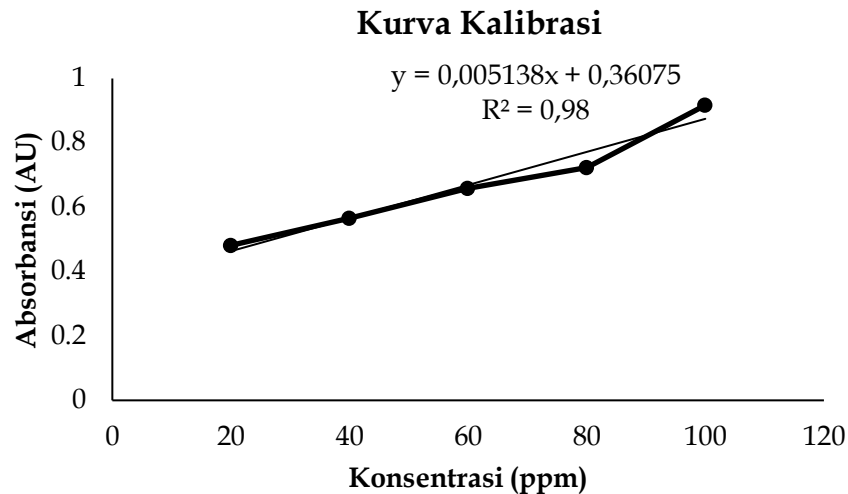
Gambar 2. Panjang Gelombang Maksimum

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum larutan siklamat yaitu 350 nm dengan memberikan absorbansi 0,437 (AU). Berbeda dengan penelitian sebelumnya pada saat penentuan panjang gelombang maksimum diperoleh hasil 314 nm (Azizah, 2022). Perbedaan panjang gelombang maksimum yang terukur pada spektrofometer UV-Vis disebabkan oleh beberapa faktor, terutama jenis pelarut, pH larutan, suhu, dan adanya zat pengganggu yang dapat memengaruhi panjang gelombang maksimum yang terdeteksi (Mundriyastutik, 2020). Hasil panjang gelombang maksimum yang didapatkan akan dilanjutkan untuk pembuatan kurva standar. Kurva standar ditentukan melalui pembuatan larutan baku siklamat dengan konsentrasi 20, 40, 60, 80, 100 ppm dengan hasil absorbansi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Absorbansi Kurva Standar

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi (AU)
1	20	0,482
2	40	0,566
3	60	0,658
4	80	0,723
5	100	0,917

Berdasarkan nilai absorbansi yang diperoleh, dilakukan tahapan selanjutnya yaitu penentuan kurva linearitas untuk mengetahui regresi linear yang menghasilkan persamaan $y = bx + a$ dengan nilai koefisien korelasi (R^2).



Gambar 3. Kurva Kalibrasi Siklamat

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan semakin besar konsentrasi maka semakin besar pula nilai absorbansinya. Analisis kadar siklamat menggunakan larutan baku siklamat dalam menentukan kurva kalibrasi didapatkan hasil pengukuran dan perhitungan kadar yang menghasilkan persamaan regresi linear $y = 0,005138x + 0,36075$ dan didapatkan hasil koefisien korelasi $R^2 = 0,98$. Hubungan absorbansi standar natrium siklamat menunjukkan bahwa nilai korelasi hasil pengujian dikatakan linier, karena nilai determinasi yang dihasilkan sejalan dengan perhitungan persamaan Santoso (2025), memperoleh nilai koefisien korelasi $R^2 = 0,99$.

Nilai absorbansi suatu larutan ditentukan oleh kadar zat yang terkandung di dalam suatu larutan, semakin banyak kadar zat yang terkandung dalam suatu larutan maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu sehingga nilai absorbansi semakin besar atau dengan kata lain nilai absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang terkandung di dalam suatu larutan. Nilai absorbansi memiliki korelasi yang baik dengan konsentrasi. Nilai koefisien korelasi (R^2) sangat kuat berkisar 0,9 – 1 (Winahyu *et al.*, 2019). Nilai koefisien korelasi (R^2) yang belum mendekati 1 pada kurva kalibrasi menunjukkan bahwa hubungan linear antara konsentrasi analit dan nilai absorbansi tidak kuat dan data yang diperoleh dari kurva kalibrasi mungkin tidak akurat dan perlu dilakukan evaluasi lebih lanjut. Banyak faktor yang menyebabkan kurva kalibrasi tidak sesuai dengan garis linearitas diantaranya larutan yang digunakan telah melewati penyimpanan yang lama sehingga telah terjadi oksidasi, larutan keruh dan bahan kimia yang digunakan memiliki tingkat kemurnian yang rendah.

Nilai persamaan regresi dan koefisien korelasi menjadi hal utama yang digunakan untuk menentukan kadar natrium siklamat pada bahan secara kuantitatif. Penentuan kadar secara kuantitatif perlu adanya perhitungan LOD (*Limit of Detection*) dan LOQ (*Limit of Quantitation*) untuk menentukan batas minimum konsentrasi analit dalam suatu sampel yang dapat dideteksi dan diukur secara akurat. Hasil LOD dan LOQ melalui persamaan regresi linear pada penelitian ini yaitu $y = 0,005138x + 0,36075$. Berdasarkan perhitungan melalui persamaan regresi linear diperoleh hasil perhitungan SD (0,039) sehingga batas deteksi (LOD) dan batas kuantitas (LOQ) pada penelitian ini

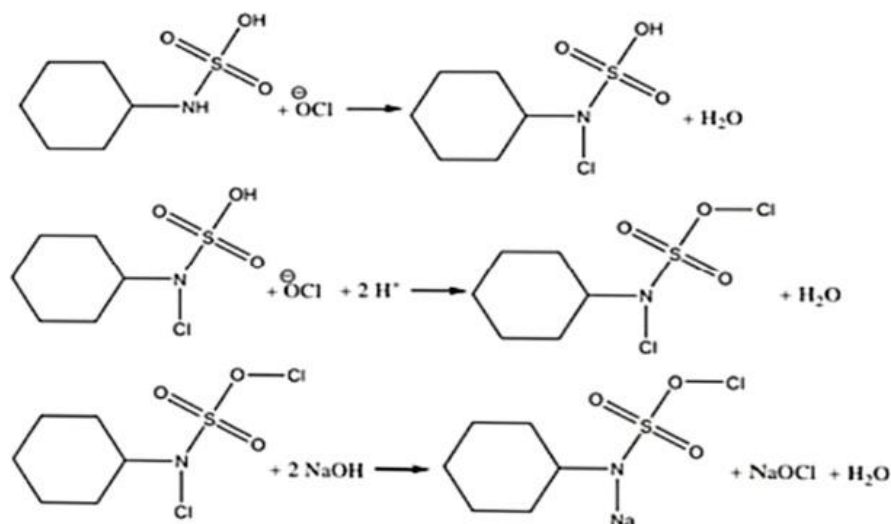
diperoleh hasil sebesar 22,933 ppm dan 76,442 ppm. Apabila dalam sampel konsentrasi natrium siklamat kurang dari atau dibawah dari 22,933 ppm, maka metode ini tidak bisa mendeteksi sampel dan memiliki hasil kesalahan yang tinggi. Nilai LOQ yang diperoleh 76,442 ppm, ini menunjukkan bahwa nilai dari analit yang masih bisa di kuantifikasi secara presisi adalah di atas 76,442 ppm. Nilai LOQ dikatakan baik karena nilai konsentrasi sampel yang di uji berada diatas dari nilai LOQ, sehingga dapat diterima dalam akurasi dan presisi. Nilai di atas LOD tetapi di bawah LOQ berarti analit dalam sampel dapat dideteksi keberadaannya (LOD), tetapi konsentrasinya belum dapat diukur secara akurat (LOQ). Identifikasi kadar pemanis buatan jenis natrium siklamat secara kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Uji Kuantitatif Natrium Siklamat

No	Sampel	Konsentrasi (ppm)	Kadar (mg/kg produk siap konsumsi)
1	Es Teh A	91,23	2,74
3	Es Teh C	86,17	2,59
4	Es Teh D	77,22	2,32
5	Es Teh E	78,58	2,36
6	Es Teh F	111,96	3,36
7	Es Teh G	77,71	2,33
8	Es Teh H	84,42	2,53
9	Es Teh I	93,08	2,79

Apabila kadar suatu zat melebihi LOD dan LOQ, maka zat tersebut dapat dideteksi dan diukur secara akurat dengan alat dan atau metode analisis yang digunakan. Berdasarkan Tabel 4, menunjukkan bahwa 8 dari 9 sampel es teh manis memiliki hasil

nilai konsentrasi natrium siklamat diatas nilai LOD (22,933 ppm) dan LOQ (76,442 ppm) dan 1 diantaranya diatas LOD dan dibawah LOQ pada sampel es teh manis B yaitu 74,40 ppm sehingga nilai tersebut dapat mendeteksi keberadaan natrium siklamat akan tetapi konsentrasinya belum dapat diukur secara akurat. Hasil pengujian sampel menunjukkan bahwa 9 sampel positif mengandung natrium siklamat dikarenakan nilai konsentrasi natrium siklamat di atas nilai LOD dengan kadar rentang 2,23 – 3,36 mg/kg produk siap konsumsi dan ditemukan paling tinggi pada es teh manis F (3,36 mg/kg produk siap konsumsi) paling rendah pada es teh manis B (2,23 mg/kg produk siap konsumsi). Kadar tersebut masih aman untuk dikonsumsi karena masih dibawah ambang batas kadar maksimum penggunaan natrium siklamat oleh regulasi kesehatan BPOM nomor 29 tahun 2021 tentang persyaratan bahan tambahan pangan campuran yaitu 350 mg/kg produk siap konsumsi sedangkan menurut *World Health Organization* (WHO) telah menetapkan *Acceptable Daily Intake* (ADI) atau kebutuhan per orang per hari, yaitu 0-5 mg/kg BB/hari. Meskipun sampel es teh manis masih aman untuk dikonsumsi, akan tetapi penggunaannya tidak direkomendasikan (Wahyuningsih *et al.*, 2024). Apabila dalam sampel terdeteksi natrium siklamat, reaksi antara siklamat dengan larutan hipoklorit dalam suasana asam dan reaksi setelah penambahan NaOH pada Gambar 4.



Gambar 4. Reaksi Siklamat dengan Hipoklorit dan NaOH (Juniar *et al.*, 2022)

Pada tahap awal, natrium siklamat bereaksi dengan asam sulfat (H_2SO_4) untuk mengubah bentuk ioniknya menjadi bentuk asam bebas, yaitu asam siklamat ($\text{C}_6\text{H}_{11}\text{SO}_3\text{H}$), melalui proses protonasi pada gugus sulfonat. Asam siklamat yang bersifat nonpolar ini kemudian dipisahkan menggunakan pelarut organik sikloheksana yang lebih sesuai untuk melarutkan senyawa-senyawa nonpolar. Lapisan atas yang terbentuk berupa larutan sikloheksana mengandung asam siklamat hasil pemisahan. Selanjutnya, lapisan ini bereaksi dengan natrium hipoklorit (NaOCl) sebagai agen pengoksidasi. Reaksi oksidasi ini menghasilkan senyawa *intermediat* yang bersifat kromoforik, ditandai dengan munculnya warna kuning kehijauan pada lapisan sikloheksana. Selanjutnya, menghilangkan warna tersebut dan menetralkan sisa reagen, dilakukan pencucian dengan larutan natrium hidroksida (NaOH), yang akan mengubah senyawa hasil oksidasi kembali ke bentuk ionik yang larut dalam air dan tidak berwarna. Pada lapisan

sikloheksana ini siklamat telah terpisah didalamnya dan lapisan tersebut diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum 350 nm (Azizah *et al.*, 2022).

Hasil penelitian ini menunjukkan bukti bahwa pengujian secara kualitatif menggunakan pengendapan memiliki kelemahan yaitu tidak mendeteksi natrium siklamat dalam konsentrasi rendah dan memiliki sensitifitas yang rendah (Suliaty, 2020). Selain itu, faktor yang memengaruhi keberhasilan pengujian secara kualitatif meliputi kelarutan siklamat dalam sampel, suhu larutan yang tidak sesuai atau lebih dari 125–130°C, pH larutan < 3,5, dan keberadaan zat lain seperti gula yang dapat mengganggu reaksi pengendapan yang seharusnya terjadi. Keberadaan gula dalam sampel dapat memengaruhi pembentukan endapan barium sulfat pada uji siklamat melalui dua mekanisme utama, yaitu: interaksi kompleks lemah antara gula dan ion barium (Ba^{2+}) yang mengurangi ketersediaan ion Ba^{2+} untuk bereaksi dengan ion sulfat (SO_4^{2-}) dan perubahan sifat fisik larutan seperti viskositas dan kelarutan, yang dapat menghambat pembentukan BaSO_4 . Faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan adanya ketidaksesuaian hasil pengujian (Oktavirina *et al.*, 2021).

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa pada analisis kualitatif beberapa sampel selai tidak terdeteksi adanya natrium siklamat yang ditandai dengan tidak adanya endapan putih dalam sampel sedangkan pada analisis kuantitatif menggunakan gravimetri sampel tersebut terdeteksi mengandung natrium siklamat dengan rata-rata kadar 669 mg/kg (Hartini & Simorangkir, 2020). Perbandingan antara uji kuantitatif dengan metode gravimetri dan spektrofotometer UV-Vis keduanya merupakan alternatif yang efektif untuk analisis kuantitatif dengan tingkat akurasi yang baik. Namun, metode gravimetri tidak efektif untuk mendeteksi konsentrasi zat yang sangat kecil. Berbeda dengan metode spektrofotometer UV-Vis yang memiliki sensitivitas tinggi untuk mendeteksi meskipun dalam konsentrasi yang kecil karena kemampuannya dalam mengukur intensitas cahaya yang diserap oleh sampel pada panjang gelombang maksimum tertentu, yang sesuai dengan hukum Lambert-Beer. Prinsip ini memungkinkan mendeteksi zat bahkan pada konsentrasi yang sangat kecil, karena semakin rendah konsentrasi suatu zat, semakin sedikit cahaya yang diserapnya (Nasution & Suharti, 2024). Penelitian lain menunjukkan hasil dengan metode spektrofotometer UV-Vis ditemukan 0,7 mg/kg kadar natrium siklamat dalam sampel minuman jajanan (Manoppo *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian terdeteksi natrium siklamat dalam jumlah yang kecil.

Natrium siklamat yang terdeteksi dalam sampel es teh manis dapat dikaitkan dengan penggunaan gula cair yang dibeli secara bebas dari pihak ketiga tanpa disertai dengan spesifikasi komposisi yang lengkap, sehingga keberadaan siklamat tidak dapat sepenuhnya dihindari oleh beberapa pedagang es teh manis jumbo di kawasan Pundung, Nogotirto, Gamping, Sleman, Yogyakarta. Hubungan risiko kanker dengan konsumsi pemanis buatan ditemukan hubungan risiko lebih tinggi pada kanker kolorektal (OR = 1,58) dan kanker lambung (OR = 2,27) (Palomar *et al.*, 2023). Hal ini disebabkan oleh efek samping penggunaan natrium siklamat dalam jangka panjang. Mekanisme kejadian ketika tubuh tidak dapat mencerna siklamat secara efisien maka, terbentuklah sikloheksilamin sebagai hasil metabolisme. Mekanisme metabolisme dalam tubuh natrium siklamat tidak dapat diproses dalam tubuh melainkan hanya dipecah oleh mikrobiota dalam usus menjadi sikloheksilamin yang bersifat karsinogenik.

Sikloheksilamin dapat merangsang pertumbuhan sel-sel ganas yang tidak normal. Ketika sikloheksilamin terakumulasi dalam urin dan ditampung masuk dalam kandung kemih untuk waktu yang lama, hal ini dapat menyerap kemampuan membran sel transisional yang menjaga keseimbangan sel sehingga meningkatkan risiko kanker kandung kemih (Sugiarty *et al.*, 2022).

Keterbatasan penelitian ini terdapat dalam sampel yang digunakan saat waktu pengujian kualitatif dan kuantitatif berbeda meskipun produk yang diambil di tempat yang sama. Hal ini dapat memberikan kemungkinan perbedaan keberadaan dan konsentrasi natrium siklamat dalam sampel es teh manis. Meningkatnya risiko kejadian akibat konsumsi natrium siklamat memberikan gambaran bahwasannya peraturan batasan penggunaan natrium siklamat di Indonesia masih cukup tinggi apabila dibandingkan dengan batasan penggunaan di beberapa negara lainnya. Upaya yang perlu dilakukan oleh pihak yang bersangkutan dapat memperketat penggunaannya untuk dapat menekan angka risiko kejadian kanker di Indonesia. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, meskipun kadar natrium siklamat yang terdeteksi masih dalam kategori rendah, potensi akumulasi jangka panjang dan lemahnya deteksi oleh metode sederhana ini bisa digunakan sebagai pentingnya adanya edukasi kepada konsumen dan regulasi ketat oleh pihak – pihak yang berwenang sehingga dapat menekan peluang dampak negatif yang akan terjadi akibat konsumsi BTP secara berlebihan.

Kesimpulan

Terdapat perbedaan hasil uji kualitatif dan kuantitatif. Identifikasi keberadaan natrium siklamat secara kualitatif dengan metode pengendapan menunjukkan bahwa 9 sampel es teh manis yang diuji secara keseluruhan menunjukkan hasil negatif natrium siklamat yang ditandai dengan tidak adanya endapan putih pada sampel. Analisis kadar natrium siklamat secara kuantitatif dengan Spektrofotometer UV-Vis menunjukkan hasil nilai kadar natrium siklamat diatas nilai batas deteksi (LOD). Sehingga, menunjukkan bahwa 9 sampel es teh manis positif mengandung natrium siklamat. Kadar paling tinggi ditemukan dalam sampel es teh manis F dengan kadar 3,36 mg/kg produk siap konsumsi dan kadar paling rendah ditemukan dalam sampel es teh manis B dengan kadar 2,23 mg/kg produk siap konsumsi. Namun, sampel es teh manis aman untuk dikonsumsi disebabkan kadar natrium siklamat dalam sampel masih dibawah ambang batas kadar maksimum siklamat yang diperbolehkan oleh regulasi kesehatan BPOM yaitu 350 mg/kg produk siap konsumsi. Penelitian selanjutnya dapat berupaya untuk melakukan pengontrolan kadar gula dalam sampel sebelum melakukan pengujian selanjutnya.

Ucapan Terima Kasih

Puji dan syukur haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat, rahmat, karunia, dan nikmat-Nya, yang memungkinkan penulis menyelesaikan jurnal ilmiah berjudul "Deteksi dan Analisis Natrium Siklamat dalam Es Teh Manis yang Dijual di Kawasan Pundung Nogotirto Gamping Sleman Yogyakarta". Penyelesaian jurnal ilmiah ini, penulis menyadari bahwa ini bukanlah akhir, melainkan awal dari petualangan hidup yang baru. Penulis mengakui dengan tulus bahwa banyak individu yang berperan penting dalam penyelesaian skripsi ini. Tidak ada ucapan terima kasih yang dapat setara dengan bantuan yang telah

diberikan oleh pihak-pihak yang turut serta mendukung penulis. Secara khusus, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada ibu Diah Puspitasari, S.Pi.,M.Sc sebagai dosen pembimbing, yang telah sabar, meluangkan waktu, memberikan tenaga dan pikiran, serta memberikan perhatian selama proses penulisan jurnal ilmiah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Riset Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta atas kesempatan yang diberikan untuk melakukan penelitian. Seluruh kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam jurnal ilmiah ini, penulis sangat menghargai masukan, kritikan, dan saran yang konstruktif guna perbaikan dan penyempurnaan. Sebagai penutup, penulis berharap jurnal ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak, dan semoga segala amal baik yang telah kami persembahkan mendapatkan balasan dari Allah SWT.

Daftar Pustaka

- Adawiyah, D. R., Puspitasari, D., & Lince, L. (2020). Profil sensori deskriptif produk pemanis tunggal dan campuran. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 31(1), 9-20.
- Al Ayyubi, M. F. (2018). Analisis Kualitatif Natrium Siklamat pada Minuman Teh Kemasan Di Swalayan X DI Kecamatan Pedan (Doctoral dissertation, STIKES Muhammadiyah Klaten).
- Al-Muqsih, A. M., & Nadira, C. S. (2021). Identifikasi dan penentuan kadar siklamat pada sirup tradisional Aceh yang dijual di Kota Lhokseumawe. *AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh*, 7(1), 36-44.
- Amalia, A. N., & Pangastuti, A. (2022). Analisis Kadar Sakarin Dan Siklamat Pada Minuman Kemasan Tidak Bermerek Yang Dijual Di Kecamatan Pekuncen. *Jurnal Kesehatan Amanah*, 6(2), 80-93.
- Anggreani, N. (2023). Analisis Pemanis Buatan Natrium Siklamat pada Minuman Es Buah Kristal yang Dijual di Kota Bengkulu. *Jurnal Ilmiah Pharmacy*, 10(1), 56-62.
- Andalia, R., Luciana, L., Adriana, A., & Rahmatina. (2023). Penentuan Kadar Natrium Siklamat dalam Minuman Serbuk Instan secara Spektrofotometer UV-Vis. *Serambi Journal of Agricultural Technology (SJAT)*, 6 (1).
- Azizah, N., Gatera, V. A., & Ratnasari, D. (2022). Analisis Kadar Siklamat Dengan Metode Spektrofotometri UV-VIS Pada Minuman Serbuk Di Telukjambe Timur. *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 4(6), 1149-1155.
- BPOM. (2021). Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan tentang Persyaratan Bahan Tambahan Pangan Campuran. *Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia*, 1-23.
- Harahap, N. S. (2019). Observasi Kadar Siklamat pada Beberapa Jenis Minuman Berenergi (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hartini, H., & Simorangkir, J. S. (2020). Penetapan Kadar Pemanis Buatan (Na- Siklamat) pada Selai Dengan Metode Gravimetri. *Klinikal Sains: Jurnal Analisis Kesehatan*, 8(1), 1-7.
- Juniar, I. M., Utami, M. R. and Hilmi, I. L. (2022) 'Natrium Siklamat pada Manisan Buah yang Beredar di Kabupaten Karawang', *Tunas-Tunas Riset Kesehatan*, 12(3), pp. 286-293.
- Kemkes, RI. (2023). Panduan Pelaksanaan Hari Kanker Sedunia 2023. Jakarta
- Kusumawati, D., & Fuadi, F. (2024). Analisis keputusan pembelian melalui minat beli pada produk Es Teh Cup Jumbo. *Serat Acitya*, 13(1), 22-37.
- Lestari, T. R. P. (2020). Keamanan pangan sebagai salah satu upaya perlindungan hak masyarakat sebagai konsumen. *Aspirasi: Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 11(1), 57-72.

- Marliza, H., Mayefis, D., & Islamiati, R. (2019). Analisis Kualitatif Sakarin dan Silamat pada Es Doger di Kota Batam. *Jurnal Farmasi dan ilmu Kefarmasian Indonesi*. 6(2), 81-84.
- Mundriyastutik, Y., Kusumatuti, D., & Tuzzahroh, F. (2020). Evaluasi kadar formaldehid ikan teri (*Stolephorus heterolobus*) asin dengan metode spektrofotometri UV-VIS. *Indonesia Jurnal Farmasi*, 5(2), 19-25.
- Nasution, S. K., & Suharti, P. H. (2024). Studi Literar Perbandingan Metode Identifikasi Natrium Siklamat pada Makanan dan Minuman. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(4), 764-777.
- Novitasari, M., Rahma, N., & Puspitasary, K. (2019). Penetapan Kadar Pemanis Buatan (Na-Siklamat) Pada Beberapa Minuman Serbuk Instan Di Kota Surakarta. *Avicenna: Journal of Health Research*, 2(2), 135-147.
- Oktavirina, V., Prabawati, N. B., Fathimah, R. N., Palma, M., Kurnia, K. A., Darmawan, N., Yulianto, B., & Setyaningsih, W. (2021). Analytical Methods for Determination of Non-Nutritive Sweeteners in Foodstuffs. *Molecules*, 26(11), 3135. <https://doi.org/10.3390/molecules26113135>
- Palomar-Cros, A., Straif, K., Romaguera, D., Aragonés, N., Castaño-Vinyals, G., Martin, V., Moreno, V., Gómez-Acebo, I., Guevara, M., Aizpurua, A., Molina-Barceló, A., Jiménez-Moleón, J. J., Tardón, A., Contreras-Llanes, M., Marcos-Gragera, R., Huerta, J. M., Pérez-Gómez, B., Espinosa, A., Hernández-Segura, N., Obón-Santacana, M., ... Lassale, C. (2023). Consumption of aspartame and other artificial sweeteners and risk of cancer in the Spanish multicase-control study (MCC-Spain). *International journal of cancer*, 153(5), 979-993. <https://doi.org/10.1002/ijc.34577>
- Robiatul, E. (2024) Tren Penyakit Bergeser, BPOM Ingatkan Masyarakat Pilih Pangan Aman dalam <https://share.google/TuJIUQEVL9e8rPxxQ>, diakses tanggal 21 Juli 2025
- Rosita, N. (2023). Analisis Kandungan Pemanis Buatan Natrium Siklamat pada Minuman Jajanan yang di Jual Sekitar UIN Jakarta. *Jurnal Penelitian Sains*, 25(2), 131-135.
- Rohmah, SAA, Muadifah, A. and Martha, RD (2021) 'Validasi Metode Penetapan Kadar Pengawet Natrium Benzoat pada Sari Kedelai di Beberapa Kecamatan di Kabupaten Tulungagung Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis', *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3(2), pp.120-127.
- Resta, A., Prasetyo, D., & Aprilia, Y. (2024). Penentuan kadar siklamat pada es oyen di Kota Madiun melalui spektrofotometri UV. *Jurnal Ilmiah Bahan Farmasi*, 3(1), 1-6.
- Rusdianto, R., Ivandi, S., Kusmita, T., & Apriliazmi, I. (2023). Pengukuran Kualitas Air Limbah Sawit Berdasarkan Baku Mutu Air Limbah Menggunakan AAS. *Jurnal Riset Fisika Indonesia*, 4(1), 1-8.
- Sagala, Z., & Dunggio, V. (2023). Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Kandungan Sakarin dan Siklamat pada Minuman Es Cendol di Pasar Tradisional Isimu dan Limboto Kabuaten Gorontalo. *Indonesia Natural Research harmaceutical Journal*, 8(2), 125-139.

CC BY-SA 4.0 (Attribution-ShareAlike 4.0 International).

This license allows users to share and adapt an article, even commercially, as long as appropriate credit is given and the distribution of derivative works is under the same license as the original. That is, this license lets others copy, distribute, modify and reproduce the Article, provided the original source and Authors are credited under the same license as the original.

