

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pemanis

Pemanis atau *sweetener* adalah salah satu Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang menambah rasa manis pada produk makanan dengan kalori atau nilai gizi yang rendah atau nol, serta hanya boleh digunakan dalam jumlah terbatas. Makanan yang mengandung pemanis akan memiliki tingkat rasa manis yang lebih tinggi dibandingkan sebelumnya. Berbagai macam pemanis, seperti glukosa atau sukrosa, juga dapat memengaruhi warna, aroma, tekstur, meningkatkan volume produk, serta memperpanjang umur simpan jika digunakan dalam jumlah yang besar .

Pemanis bisa dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan asalnya, yaitu pemanis alami dan pemanis buatan atau sintetis. Pemanis alami, yang umumnya disebut sebagai gula alami atau sukrosa, diperoleh dari tanaman seperti tebu (*Saccharum officinarum L.*) dan bit (*Beta vulgaris L.*). (Salnus, 2025). Sebagai alternatif, pemanis tiruan adalah bahan buatan yang dibuat untuk menciptakan rasa manis, dengan kalori yang jauh lebih sedikit dibandingkan gula asli dan tidak mengandung nilai gizi sama sekali. Contoh pemanis buatan yang terkenal adalah sakarin dan siklamat (Inda dan Rosmiati, 2025)

2.2. Pemanis Alami (Natural Sweetener)

Pemanis alami merupakan bahan yang memberikan rasa manis yang berasal dari sumber-sumber tumbuhan seperti kelapa, tebu, aren, serta sumber dari hewan. Selain itu, ekstrak pemanis ini bisa didapatkan dari buah atau nektar dari lebah (madu). Fungsinya meliputi penyaji rasa manis, memperbaiki penampilan fisik seperti pengawet, mengubah karakteristik kimia, serta berfungsi sebagai sumber energi dan kalori bagi metabolisme tubuh. Saat konsumsi melebihi batas normal, individu berisiko mengalami masalah obesitas. Zat pemanis yang paling sering digunakan meliputi sukrosa, laktosa, maltosa, dan fruktosa (Wati et al., 2022)

2.3. Pemanis Buatan (*Artificial Sweetener*)

Pemanis sintetis adalah bahan yang dirancang untuk memberikan rasa manis, dengan angka kalori yang jauh lebih rendah daripada gula alami dan tanpa kandungan gizi. Contoh pemanis buatan yang paling terkenal adalah sakarin dan siklamat (Rosmiati, 2025).

Penggunaan pemanis buatan yang diperbolehkan harus mematuhi batas maksimum, baik untuk produk makanan siap saji maupun yang telah diproses. Jika digunakan secara terus menerus melebihi ambang batas yang aman dalam jangka waktu lama meskipun dalam jumlah kecil dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan. Oleh sebab itu, pemanis buatan yang digunakan sebagai aditif makanan wajib memperhatikan Batas Maksimum Penggunaan (BMP) dan nilai Acceptable Daily Intake (ADI), yaitu jumlah maksimum pemanis buatan (dalam mg per kg bahan) yang aman untuk dikonsumsi setiap hari seumur hidup tanpa menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan (BPOM, 2019).

Pemakaian pemanis sintetis harus selalu mematuhi batas maksimum serta nilai Acceptable Daily Intake (ADI) yang telah ditetapkan. Jika batas tersebut dilanggar dalam waktu yang lama meskipun hanya sedikit setiap kali, hal itu dapat berpotensi menimbulkan masalah kesehatan yang serius. Oleh karena itu, pengetahuan mengenai dosis yang aman sangat penting untuk melindungi kesehatan masyarakat. Perluasan penerapan pemanis sintetis memerlukan evaluasi terhadap masalah yang mungkin timbul. Natrium siklamat, yang merupakan salah satu pemanis buatan paling terkenal di Indonesia dan sering dipakai sebagai alternatif gula, terus menimbulkan diskusi karena keamanan penggunaannya dipertanyakan sehubungan dengan dampaknya terhadap kesehatan konsumen. (Marlina dan Sa'adah, 2019). Susu bubuk merupakan salah satu produk yang tidak boleh mengandung natrium siklamat (BPOM, 2019)

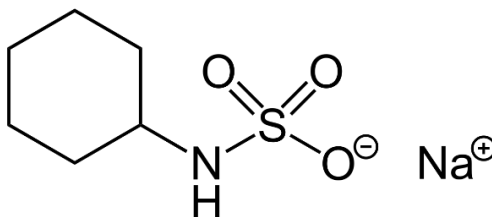
2.4. Natrium Siklamat

Natrium siklamat secara kimia, merupakan garam natrium dari asam siklamat yang tingkat kemanisannya sekitar 30 kali lebih manis dibanding sukrosa (gula pasir) (BPOM, 2019).

Dalam berbagai industri makanan dan minuman, siklamat sering digunakan untuk produk kalengan atau yang memerlukan pemanasan intensif karena ketahanannya yang baik terhadap suhu tinggi. (Qamariah dan Rahmadhani, 2017). Meski nikmat, konsumsi harus diperhatikan karena dapat berisiko bagi kesehatan. Di Indonesia, sesuai dengan Perka BPOM (2019), ditentukan bahwa kadar siklamat dalam makanan dan minuman maksimum adalah 3mg/kg dari bahan makanan atau minuman. Di sisi lain, organisasi kesehatan dunia (WHO) menetapkan batas maksimum konsumsi harian siklamat yang diperbolehkan adalah 11mg/kg berat badan. (Mierza et al., 2023)

Natrium siklamat dibuat melalui mekanisme sulfonasi pada molekul sikloheksilamin, yang selanjutnya bereaksi dengan asam sulfamat atau sulfurtrioksida. Siklamat memiliki tingkat kemanisan yang mencapai 30 hingga 80 kali lipat lebih tinggi dibandingkan gula tebu, tergantung pada konsentrasi campuran yang digunakan. Siklamat biasanya dicampurkan bersama sakarin, dengan perbandingan sepuluh bagian siklamat untuk satu bagian sakarin. Siklamat cukup stabil pada temperatur tinggi, sehingga menjadikannya pilihan ideal untuk perakitan di suhu tinggi. Siklamat juga mudah larut dalam air dan mengalami hidrolisis secara bertahap saat terkena air panas (Wattiheluw dan Ramadhani, 2024).

Natrium siklamat, yang juga dikenal sebagai Natrium Sikloheksisulfamat, memiliki rumus molekul $C_6H_{12}NNaO_3S$. Bentuknya adalah kristal putih yang nyaris tanpa aroma dan memberikan rasa manis yang halus. Zat ini larut dalam 5 bagian air, 250 bagian etanol 95% P, dan 25 bagian propilenglikol; tetapi tidak larut dalam kloroform P atau eter P, dan digunakan sebagai aditif pangan (Andhini et al 2024). (SNI)



Gambar 2.4.1. Struktur Kimia Natrium Siklamat

Asam sikloheksilsulfamat (siklamat) atau *cyclohexylsulfamic acid* yang sering dipakai sebagai pemanis buatan umumnya tersedia dalam bentuk garam kalsium, kalium, dan natrium. Pada umumnya, siklamat berbentuk bubuk kristal putih jernih, tidak beraroma, larut dengan mudah dalam air dan etanol, dan memiliki rasa manis yang murni. Tidak seperti sakarin yang memberikan rasa pahit sedikit, siklamat tidak menimbulkan rasa pahit sama sekali, sehingga menjadi alasan utama mengapa siklamat lebih disenangi dibandingkan sakarin (Khasanah dan Sya'bana, 2023).

2.2.1. Manfaat Natrium Siklamat

Kelebihan natrium siklamat termasuk kemampuannya dalam mengatur berat badan, mengatur kadar glukosa darah bagi penderita diabetes, serta mencegah kerusakan gigi, ditambah sifatnya yang stabil dan mudah larut dalam air. Faktor-faktor ini menjadikannya pilihan sempurna sebagai pemanis untuk makanan dan minuman diet, karena kalori yang rendah serta efektif dalam meningkatkan rasa hidangan. Siklamat natrium sebagai pemanis rendah kalori juga tahan terhadap suhu tinggi, memiliki umur simpan yang panjang, serta stabilitas yang baik (Khasanah dan Sya'bana, 2023).

2.2.2. Dampak Penggunaan Siklamat

Sebagai produk buatan, natrium siklamat bisa menyebabkan efek buruk bagi tubuh jika dikonsumsi dalam jumlah yang berlebihan. Namun, dampaknya tidak terlihat secara langsung pada manusia, melainkan memerlukan waktu yang panjang karena terjadi penumpukan secara bertahap di dalam tubuh. Dampak negatif dari overdosis mencakup migrain, amnesia ringan, kebingungan, gangguan tidur, peradangan, kesulitan bernapas, hipertensi, gangguan pencernaan, reaksi alergi, disfungsi seksual, hingga kerontokan rambut parah yang disebabkan oleh asupan berlebihan. Mengonsumsi siklamat secara berlebihan juga dapat meningkatkan risiko kanker kandung kemih. Selain itu, pada anak-anak yang masih kecil, hal ini dapat menyebabkan keterlambatan mental karena otak mereka masih dalam proses perkembangan (Amalia dan Pangastuti, 2022).

2.3. Susu

Susu merupakan sumber utama kalsium, fosfor, dan vitamin A. Sebagai emulsi, susu merupakan kombinasi air dan lemak yang diperkaya dengan berbagai komponen lainnya. Protein pada susu berfungsi sebagai pengemulsi, sehingga lemak dan air tidak mudah terpisahkan. Susu mengandung sekitar 87,5% air, lalu laktosa 5%, protein 3,5%, dan lemak 3-4%. Kualitas protein susu setara dengan nutrisi yang ada pada telur atau daging hewan, dan mengandung lisin tinggi sebagai asam amino esensial yang krusial untuk tubuh. Susu merupakan sumber utama kalsium, fosfor, dan vitamin A (Wardhani et al., 2023).

Susu berperan sebagai sumber energi karena kandungan laktosa dan lemaknya yang melimpah, serta diakui sebagai penopang energi karena kaya akan protein, mineral, dan zat yang mendukung metabolisme seperti vitamin dan mineral. Secara ilmiah, susu merupakan produk yang diperoleh dari pemerahan sapi atau mamalia lain yang aman, bergizi, dan optimal untuk dijadikan konsumsi, tanpa ada pengurangan atau penambahan bahan. Secara harfiah, susu adalah produk makanan yang hampir sempurna dari segi nutrisi, sehingga sangat dianjurkan untuk dikonsumsi, terutama oleh anak-anak dalam tahap pertumbuhannya (Wardhani et al., 2023).

2.3.1. Susu Bubuk

Susu bubuk adalah produk susu yang dihasilkan dengan mengurangi sebagian besar kadar air melalui proses penguapan (pengeringan) pada susu segar, susu rekombinasi, atau campuran kering (dry blend), baik disertai maupun tanpa penambahan vitamin, mineral, nutrisi lain, serta bahan tambahan pangan yang diizinkan (SNI 2970,2015).

Pengolahan susu menjadi bubuk adalah salah satu metode untuk mengawetkan susu agar dapat bertahan lebih lama. Produk ini dihasilkan melalui proses penguapan dan pengeringan dengan metode semprot pada tekanan tinggi. Proses ini mencakup tahap pemanasan awal dan pengeringan, di mana pemanasan awal bertujuan untuk menguapkan air hingga tersisa sekitar 45-50%, pada suhu 65-170°C tergantung jenis susu bubuk yang dihasilkan (Afrizal, 2019).

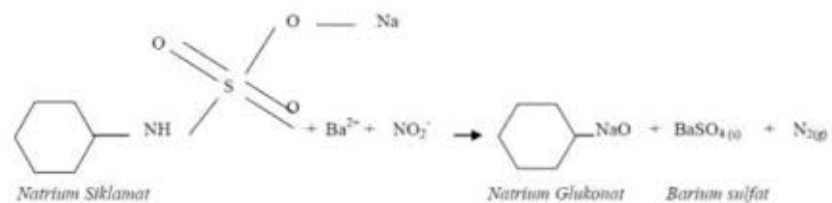
Komoditas susu bubuk tanpa merek dengan harga yang sangat terjangkau kini banyak dipasarkan, seperti di Pasar Tanjung Kota Mojokerto, pelaku bisnis kuliner, produsen kue, roti, martabak, dan sajian berbasis susu lainnya. Alasannya jelas, susu bubuk ini dianggap yang paling ekonomis dan membuat harga produk kue olahan mereka lebih terjangkau. Oleh karena itu, ada kemungkinan susu bubuk tanpa merek yang murah mengandung pemanis buatan natrium siklamat, khususnya pada produk susu bubuk yang dijual di Pasar Tanjung, Kota Mojokerto.

2.4. Analisis Siklamat

2.4.1. Analisis Kualitatif

Uji pengendapan merupakan langkah awal untuk mengidentifikasi keberadaan siklamat dalam sebuah sampel yang ditandai dengan terbentuknya endapan pada sampel yang diuji. Analisis dilakukan mengikuti SNI 01-2893-1992 dengan langkah-langkah sebagai berikut: masukkan 10 ml HCl 10% ke dalam filtrat sampel, lalu tambahkan 10 ml BaCl₂ 10%. Diamkan selama 30 menit, saring dengan kertas Whatman nomor 42, kemudian tambahkan 10 ml NaNO₂ 10%. Selanjutnya, panaskan di dalam bak air jika terlihat endapan putih dari BaSO₄, maka sampel tersebut dinyatakan positif memiliki siklamat. (SNI 01-2893-1992).

Pengendapan dilakukan dengan menambahkan barium klorida dalam keadaan asam, kemudian ditambahkan natrium nitrat sehingga terbentuk endapan barium sulfat. Setelah ikatan sulfat terputus, ion Ba²⁺ akan berinteraksi dengan ion sulfat dan membentuk endapan barium sulfat (BaSO₄) (Andhini et al.2024).



Gambar 2.5.1 Reaksi pembentukan endapan barium sulfat

Sumber: (Andhini et al., 2024)

2.4.2. Analisis Kuantitatif

Analisis Kuantitatif menggunakan Metode Gravimetri dengan pengukuran berat adalah proses untuk memisahkan dan menimbang elemen atau senyawa spesifik dalam keadaan paling murni. Gravimetri adalah metode untuk mengukur jumlah zat dengan menimbang produk reaksi pengendapan, yang merupakan teknik paling kuno dan termudah dibandingkan metode kimia lainnya. Kesederhanaan terletak pada pengukuran langsung massa zat yang dipisahkan dari zat lain (Fahamsya et al., 2024).

Analisis dilaksanakan sesuai dengan standar SNI 01-6684-2002. Sampel sebanyak 10 gram ditimbang dengan tepat, dimasukkan ke labu Erlenmeyer, kemudian dituangkan air suling hingga volume mencapai 100 ml. Larutan HCl 10% sebanyak 10 ml dicampurkan larutan BaCl₂ 10%, aduk hingga homogen, larutan tersebut didiamkan selama 30 menit, kemudian disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 42. Ke dalam filtrat, NaNO₂ 10%, sebanyak 10 ml dimasukkan dan dipanaskan di atas penangas air sampai terbentuk endapan berwarna putih. Kemudian endapan tersebut, dituangkan 10 ml BaCl₂ 10% secara perlahan hingga endapan tidak muncul kembali. Endapan dicuci dengan air panas sampai filtrat menjadi jernih, kemudian dikeringkan didalam oven pada suhu 100°C selama 30 menit. Selanjutnya endapan dibiarkan hingga dingin, dan ditimbang hingga beratnya stabil (SNI 01-6684-2002).

Gravimetri yang berlandaskan prinsip identifikasi siklamat dalam sampel melalui prosedur pengendapan (Elfariyanti et al., 2021). Reaksi pemendakan menghasilkan bahan padat yang tidak larut. Pembentukan endapan tergantung pada kelarutan zat, yaitu jumlah maksimum zat terlarut dalam pelarut tertentu pada suhu pengujian. Pada pengujian kadar siklamat dalam kondisi asam, NaNO₂ memecah siklamat; penambahan BaCl₂ menghasilkan endapan putih BaSO₄, yang mengindikasikan bahwa sampel positif mengandung siklamat (Elfariyanti et al., 2021).