

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Jenang

1. Definisi

Jenang adalah makanan olahan berupa bubur kental yang terbuat dari tepung atau bahan lainnya (Baehaqie, 2018). Bahan campuran yang biasa dipakai misalnya, tepung ketan, tepung beras, gula, dan santan sebagai bahan baku utama. Selain itu bahan tambahan lainnya seperti susu, telur, hingga buah-buahan sebagai tambahan untuk mendapatkan cita rasa yang khas dan legit. Tepung ketan yang ditambahkan digunakan sebagai bahan pengikat agar diperoleh tekstur plastis dan kenyal (Astawan & Wahyuni, 1991). Jenang juga menjadi salah satu *home industry* yang mengalami perkembangan signifikan dan dalam jumlah skala besar. Salah satu industri jenang yang tertua adalah Mubarokfood Cipta Delicia, yang didirikan oleh H. Mabruri di tahun 1910 (Susanti & Wijayati, 2020).

2. Bubur Sumsum

Bubur sumsum biasa dibuat masyarakat untuk dikonsumsi secara pribadi, di sajikan kepada tamu saat ada acara keluarga, maupun diperjual belikan di pasar tradisional. Bubur sumsum adalah olahan makanan yang terbuat dari tepung beras. Makanan ini disebut bubur sumsum karena bubur ini berwarna putih seperti sumsum tulang. Bubur sumsum yang dibuat dari tepung beras ini mengandung energi, protein, karbohidrat, lemak, kalsium, fosfor, dan zat besi. Di dalam secangkir tepung beras putih mengandung 9,4 gram protein (Mardeschi, 2013). Bubur sumsum biasanya disajikan dengan juruh, penambahan juruh dalam bubur sumsum juga memiliki peran penting bagi tubuh yaitu juruh yang berasal dari gula jawa dapat meningkatkan kekebalan tubuh karena mengandung antioksidan. Antioksidan yang ada di dalamnya berperan penting dalam melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas (Hikmawati & Khusniati, 2022).

Konsep dalam pembuatan bubur sumsum dilakukan dengan proses gelatinisasi dimana tepung beras berubah menjadi bubur. Proses gelatinisasi ini termasuk contoh perubahan kimia. Perubahan kimia yang dimaksud merupakan perubahan suatu zat yang menimbulkan terjadinya zat baru yang sifatnya berbeda dengan zat asalnya (Wibowo, 2013).

B. Pemanis

1. Definisi

Pemanis adalah suatu senyawa kimia yang biasanya ditambahkan sebagai tambahan dalam produk olahan pangan maupun minuman, yang bertujuan untuk memberikan cita rasa manis (Handayani & Agustina, 2015). Pemanis juga diatur dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2014 mengenai Batasan Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pemanis, pemanis atau *sweetener* adalah bahan tambahan pangan yang berupa pemanis alami dan pemanis buatan yang memberikan rasa manis pada produk pangan (BPOM, 2014).

2. Penggolongan Pemanis

Menurut Perka No. 4 tahun 2014 pasal 3 tentang Jenis dan Batas Maksimum BTP Pemanis, dinyatakan bahwa pemanis yang dapat digunakan dalam pangan merupakan pemanis alami (*Natural Sweetener*) dan pemanis buatan (*Artificial Sweetener*).

2.1 Pemanis Alami (*Natural Sweetener*). Pemanis alami merupakan pemanis yang terdapat dalam bahan alam dengan proses secara sintetik maupun fermentasi. Contoh pemanis alami yang terdapat dalam BPOM adalah sorbitol, manitol, isomalt, glikosida steviol, maltitol, laktitol, silitol, dan eritritol. Asupan maksimal harian yang dapat ditoleransi (*Maximum Tolerable Daily Intake*) juga diatur dalam BPOM No. 11 Tahun 2019 yang tercantum pada tabel pemanis dengan nomor INS (*International Numbering System*).

2.2 Pemanis Buatan (*Artificial Sweetener*). Pemanis buatan merupakan pemanis yang didapatkan melalui proses kimiawi, dan memiliki senyawa yang tidak bisa ditemui di alam. Pemanis buatan adalah suatu bahan tambahan yang dapat memberikan rasa manis pada pangan, tetapi tidak memiliki kandungan nilai gizi (Cahyadi, 2017). Contoh pemanis buatan yang terdapat dalam BPOM No. 11 Tahun 2019 adalah asesulfam-k, aspartam, siklamat, sakarin, sukralosa, dan neotam. Yang juga mengatur tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pemanis pasal 3 ayat 1. Pemanis buatan selain tidak boleh dikonsumsi melebihi batas maksimumnya juga tidak boleh digunakan pada produk pangan yang diperuntukan untuk bayi, anak usia dibawah 3 tahun, ibu hamil, dan/atau ibu menyusui. (BPOM, 2019).

Dalam pemanis buatan biasanya dinyatakan nilai *Acceptable Daily Intake* (ADI) atau biasanya juga disebut dengan *Maximum*

Tolerable Daily Intake (MTDI) , karena konsumsi pemanis buatan yang terlalu banyak atau melebihi ADI/MTDI dapat menimbulkan efek yang merugikan terhadap kesehatan. ADI/MTDI mengatur batas asupan maksimal harian yang dapat ditoleransi berdasarkan miligram zat per kilogram berat badan. Dari beberapa contoh pemanis buatan dalam BPOM memiliki nilai ADI masing-masing sebagai berikut : *acesulfam-K* memiliki *Acceptable Daily Intake* (ADI) antara 0 dan 15 mg per kilogram berat badan ; aspartam memiliki ADI yang lebih tinggi yaitu 0 hingga 40 mg per kilogram ; siklamat terdiri dari asam siklamat, kalsium siklamat, dan natrium siklamat memiliki nilai ADI yang sama, yakni 0 hingga 11 mg per kilogram, di mana perhitungannya didasarkan pada asam siklamat. Sakarin terdiri dari kalsium, kalium, memiliki ADI 0 hingga 5 mg per kilogram berat badan ; sukralosa memiliki ADI yang ditetapkan sebesar 0 hingga 15 mg per kilogram berat badan ; dan neotam memiliki nilai ADI yang belum dapat ditentukan nilainya dalam kisaran mg per kilogram berat badan (BPOM, 2014).

3. Tujuan Penggunaan Pemanis Sintetis

Pemanis sintetis digunakan dalam industri makanan dan minuman secara luas karena berbagai alasan penggunaan, salah satunya ialah untuk mengurangi jumlah kalori yang akan dikonsumsi oleh konsumen. Pemanis sintetis seperti aspartam, sakarin, dan sukralosa memiliki kekuatan manis yang berkali-kali lipat lebih tinggi daripada gula biasa, sehingga penggunaannya dalam jumlah yang sangat kecil untuk memberikan rasa manis yang sama. Hal tersebut memberi keuntungan kepada para produsen karena kuantitas penggunaan yang sedikit dan dapat mengurangi kandungan kalori dalam produk mereka, yang sangat penting dalam keinginan pasar yang semakin hari semakin peduli akan kesehatan dan berat badan. Sakarin (*saccharin*) memiliki rasa manis sekitar 200 hingga 700 kali lebih manis dibandingkan dengan gula pasir (sukrosa), sedangkan siklamat (*cyclamate*) sekitar 30 hingga 50 kali lebih manis dibandingkan dengan gula pasir biasa (Mortensen, 2006). Berdasarkan dari sumber Hartono (2014) , pemanis ditambahkan ke dalam bahan pangan mempunyai beberapa tujuan yaitu sebagai berikut :

3.1 Sebagai Pangan Bagi Penderita Diabetes Melitus. Hal ini dikarenakan pemanis tidak menimbulkan kelebihan gula darah, pada penderita diabetes melitus disarankan menggunakan pemanis sintetis ini untuk menghindari konsumsi gula berlebih yang dapat membahayakan.

Campuran sakarin dan siklamat pada pangan maupun minuman bagi penderita diabetes telah digunakan sejak 1955 hingga tahun 1966.

3.2 Sebagai Alternatif Kalori Rendah Bagi Penderita

Kegemukan. Kegemukan merupakan awal dari banyaknya risiko penyakit seperti jantung hingga kematian. Untuk penderita kegemukan ataupun orang-orang yang tidak banyak beraktivitas fisik, biasanya disarankan untuk mengurangi asupan kalori per harinya. Pemanis buatan yang menjadi alternatif bahan yang dapat mengurangi konsumsi kalori tersebut.

3.3 Sebagai Penyalut Obat. Banyak obat yang memiliki rasa pahit dan seringkali tidak disukai konsumen dengan adanya pemanis ini dapat membantu kebutuhan pasien atau konsumen, dengan cara membuat obat yang bersalut. Pemanis ini sering digunakan dalam penyalutan obat karena bersifat hidroskopis dan tentunya tidak menggumpal.

3.4 Menghindari Kerusakan Gigi. Pemanis sintetis banyak sekali yang digunakan dalam proses pembuatan permen. Karena rasanya berkali-kali lipat lebih manis daripada gula, maka penambahan yang diperlukan sedikit sehingga tidak akan menyebabkan kerusakan gigi.

3.5 Menekan Biaya Produksi. Banyak sekali dijumpai penambahan pemanis dalam industri makanan maupun minuman. Karena harga pemanis relatif murah dibandingkan gula asli, dan penggunaannya yang terbilang sedikit tetapi dapat memberikan rasa manis. Sehingga pemanis dipilih sebagai alternatif gula karena biaya produksi yang murah.

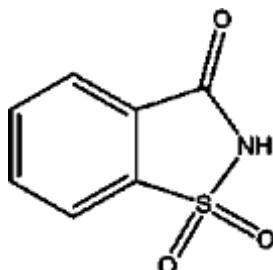
C. Sakarin

1. Definisi

Sakarin umum dikenal sebagai *benzoic sulfinide*, dan dikenal juga dalam nama dagangnya yaitu *Gucide*, *Glucid*, *Garantose*, *Saccharol*, dan *Sykosa*. Rumus molekul ($C_7H_5NO_3S$) dari asam sakarin berbentuk bubuk kristal putih, mudah larut dalam air, tidak berbau dan sangat manis. Sakarin ditemukan seorang ahli kimia rusia pada tahun 1879 bernama Constantin Fahlberg, dari rasa manis yang aneh dalam rotinya. Dilakukan beberapa eksperimen, sehingga menemukan bahwa rasa manis tersebut berasal dari senyawa yang kemudian dikenal sebagai sakarin. Penemuan ini kemudian diakui dan sakarin mulai dipergunakan secara luas sebagai pemanis buatan dalam berbagai jenis produk makanan maupun minuman (Fahlberg, 1879).

2. Struktur Sakarin

Sakarin memiliki rumus kimia C₇H₅NO₃S dan dikenal dengan nama lain benzoic sulfinide. Sakarin memiliki berat molekul sebesar 183.18 gram/mol.



Gambar 1. Struktur Sakarin (Krishnasamy, K. 2020)

3. Sifat Sakarin

Sifat fisik sakarin yang cukup dikenal adalah tidak stabil pada pemanasan. Secara umum, garam sakarin memiliki bentuk seperti kristal putih, tidak berbau atau berbau aromatik lemah, dan mudah larut dalam air, serta berasa sangat manis. Sakarin memiliki sifat lain yaitu stabil dalam berbagai kondisi pH, karena itu sakarin cocok untuk digunakan dalam berbagai produk makanan dan minuman. Tingkat kemanisan sakarin sekitar 200 hingga 700 kali lebih manis dibandingkan dengan gula pasir biasa (sukrosa), penggunaannya hanya dalam jumlah yang kecil untuk memberi rasa manis yang diinginkan (Mortensen, 2006). Sakarin juga tidak mengandung kalori dan tidak membentuk plak atau kerusakan gigi, menjadikan sakarin sebagai pilihan yang lebih sehat untuk pemanis buatan (Schiffman & Rother, 2013).

4. Bahaya Sakarin

Penggunaan sakarin yang berlebihan dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan yang nyata bagi manusia. Ini termasuk potensi peningkatan risiko kanker kandung kemih, yang merupakan salah satu kekhawatiran utama. Selain itu, konsumsi sakarin yang berlebihan juga dapat dikaitkan dengan risiko lebih tinggi terkena diabetes tipe 2 serta berbagai gangguan metabolisme lainnya. Pada beberapa orang, sakarin juga bisa memicu reaksi alergi, terutama pada mereka yang sensitif terhadap senyawa sulfonamid. Sangat penting untuk selalu mematuhi pedoman penggunaan yang aman serta batas maksimum yang telah ditetapkan oleh badan regulasi kesehatan untuk melindungi kesehatan (Astuti, 2017).

Efek samping penggunaan BTP berlebih untuk jangka pendek adalah sakit perut, diare, demam, sakit kepala, mual, dan muntah-muntah sedangkan pada jangka panjang dapat menyebabkan kanker, tumor, gangguan saraf, gangguan fungsi hati, iritasi lambung, dan perubahan fungsi sel (Saparinto & Hidayati 2006).

5. Batasan Penggunaan Sakarin

Penggunaan sakarin diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722/Menkes/Per/IX/88, yang menetapkan bahwa kadar sakarin dalam bahan pangan dibatasi sebesar 50-300 mg/kg bahan (Cahyadi, 2017). Aturan lain juga ditetapkan oleh World Health Organization (WHO) yang mengatur batas asupan harian sakarin yang aman (ADI) sebesar 5 mg/kg berat badan (WHO, 2018). Penggunaan sakarin telah dilarang di Amerika dan Jepang karena terbukti berbahaya bagi kesehatan. Sakarin masih diperbolehkan untuk digunakan apabila mematuhi aturan penggunaan yang aman (Bakal dan Nabors, 2011 ; Effendi, 2012).

6. Metode Analisis Kualitatif Sakarin

6.1. Ekstraksi Uji Warna (Kodeks, 2018). Reaksi pengendapan kualitatif sakarin adalah proses untuk mengidentifikasi keberadaan sakarin dalam suatu sampel dengan cara menambahkan larutan natrium hidroksida (NaOH) 5%. Menguapkan larutan hingga kering, kemudian residu dipanaskan pada api yang kecil sampai Bau amonia hilang. Residu dilarutkan dalam air, dan netralkan dengan larutan asam hidroklorida (HCl) encer. Larutan tersebut difiltrasi, kemudian tambahkan satu tetes larutan besi (III) klorida ke dalam filtrat. Jika sakarin ada dalam sampel, akan terbentuk warna ungu yang menunjukkan positif adanya senyawa tersebut.

6.2 Metode Resorsinol (SNI 01-2893-1994). Metode Resorsinol untuk sakarin adalah tes kualitatif yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan sakarin dalam sampel makanan atau minuman. Dalam metode ini, sampel diasamkan dengan larutan HCl, diekstraksi menggunakan eter, kemudian diuapkan. Setelah eter diuapkan, ditambahkan resorsinol dan asam sulfat pekat ke dalam sampel, dan larutan tersebut dipanaskan perlahan hingga muncul warna hijau fluoresensi. Kehadiran warna hijau fluoresensi menunjukkan adanya sakarin dalam sampel tersebut. Metode ini efektif untuk memastikan keberadaan sakarin dalam berbagai produk dengan cara yang relatif sederhana dan cepat (Rahmawati *et al.*, 2022).

6.3 Metode Kromatografi (SNI 01-2893-1992). Kromatografi Lapis Tipis (KLT) merupakan metode kualitatif efektif untuk mendeteksi sakarin dalam sampel pangan. Tahap awal meliputi penambahan HCl 10% pada sampel, ekstraksi menggunakan etil asetat, penyaringan dengan Na_2SO_4 anhidrat untuk menghilangkan air, dan konsentrasi dengan pengujian sampai volume kecil. Larutan hasilnya ditotolkan pada pelat KLT berlapis silika gel, kemudian dikembangkan dengan fase gerak aseton:amonia (9:1). Setelah pengembangan, pelat dikeringkan dan noda yang dihasilkan dibandingkan dengan larutan baku sakarin. Nilai R_f rasio jarak perpindahan spot terhadap jarak muka pelarut digunakan untuk konfirmasi keberadaan sakarin, dimana spot sampel yang memiliki nilai R_f sama dengan spot larutan baku mengindikasikan sakarin. R_f sakarin khas dikembangkan dalam kisaran optimal 0,30–0,70 (ideal 0,30–0,60), yang sesuai untuk pemisahan yang baik, nilai dalam rentang ini memudahkan identifikasi karena menyediakan perbedaan visual yang memadai antara noda. Metode ini, dengan prinsip ekstraksi, pemisahan KLT, dan konfirmasi R_f terhadap standar, memberikan cara sederhana, cepat, sensitif, dan selektif untuk mendeteksi sakarin dalam berbagai matriks pangan.

7. Metode Analisis Kuantitatif Sakarin dengan Alkalimetri

Titrasi alkalimetri adalah metode analisis kuantitatif yang digunakan untuk menentukan kadar sakarin dalam sampel dengan mengukur jumlah basa yang diperlukan untuk menetralkan asam sakarin. Dalam titrasi ini, sakarin dalam sampel diasamkan dengan larutan HCl, titrasi dilakukan menggunakan larutan basa standar, seperti natrium hidroksida (NaOH). Indikator pH atau titrasi potensiometri digunakan untuk menentukan titik ekuivalen, yaitu titik di mana jumlah basa yang ditambahkan cukup untuk menetralkan seluruh asam sakarin dalam sampel. Hasil titrasi ini digunakan untuk menghitung konsentrasi sakarin dalam sampel berdasarkan volume larutan basa yang digunakan hingga mencapai titik ekuivalen. Metode titrasi alkalimetri sangat efektif karena memberikan hasil yang akurat dan dapat diulang, menjadikannya pilihan yang baik untuk analisis kandungan sakarin dalam berbagai produk pangan.

D. Siklamat

1. Definisi

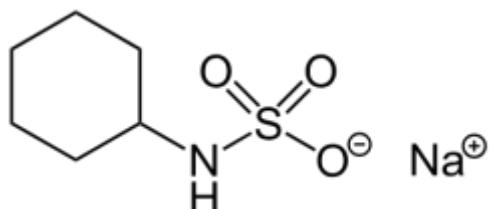
Perkembangan industri pangan dan minuman akan kebutuhan pemanis dari tahun ke tahun semakin meningkat. Industri pangan dan minuman lebih menyukai menggunakan pemanis sintetis karena selain harganya relatif murah, tingkat rasa manis pemanis sintetis jauh lebih tinggi dari pemanis alami, yang mengakibatkan terus meningkatnya penggunaan pemanis sintetis siklamat (Cahyadi, 2006).

Siklamat atau yang umum dikenal dan digunakan adalah *sodium cyclamate* dan *calcium cyclamate*, tergantung pada bentuk garamnya. Rumus molekul untuk natrium siklamat adalah $C_6H_{11}NHSO_3Na$. Siklamat pertama kali ditemukan pada tahun 1937 oleh seorang mahasiswa pascasarjana bernama Michael Sveda di Universitas Illinois. Penemuan ini terjadi ketika penemu secara tidak sengaja menghisap rokok yang mengandung senyawa manis, yang kemudian dikenal sebagai siklamat. Sejak tahun 1950 siklamat ditambahkan ke dalam makanan dan minuman. Siklamat biasanya tersedia dalam bentuk garam natrium dari asam siklamat dengan rumus molekul $C_6H_{11}NHSO_3Na$. Nama lain dari siklamat adalah natrium sikloheksilsulfamat atau natrium siklamat. Nama dagangnya adalah *assugrin*, *sucaryl*, atau *sucrosa* (Cahyadi 2006).

Penemuan tersebut, paten siklamat dibeli oleh perusahaan DuPont, kemudian dijual kepada Abbott Laboratories. Siklamat digunakan secara luas sebagai pemanis buatan dalam industri makanan dan minuman karena kemampuannya memberikan rasa manis tanpa kalori (Cahyadi, 2017).

2. Struktur Siklamat

Siklamat memiliki rumus kimia $C_6H_{12}NNaO_3S$ dan mengandung gugus amina alifatik sekunder dalam strukturnya. Berat molekul siklamat adalah 201,22 gram/mol.



Gambar 2. Struktur Natrium Siklamat (Leban *et al.*, 2007)

3. Sifat Siklamat

Siklamat yang merupakan pemanis buatan memiliki sifat larut dalam air, tahan panas, dan tahan terhadap kondisi asam serta basa. Na-Siklamat juga berasa manis, mudah larut dalam air, intensitas kemanisannya kurang lebih 30 kali kemanisan sukrosa, bersifat tahan panas, sehingga sering digunakan dalam pangan yang diproses dalam suhu tinggi misalnya pangan dalam kaleng (Cahyadi, 2006). Sifat siklamat inilah yang membuat siklamat sangat berguna dalam berbagai jenis produk makanan maupun minuman (Mortensen, 2006). Kelebihan siklamat lainnya adalah tidak membentuk plak atau kerusakan gigi (Schiffman & Rother, 2013).

4. Bahaya Siklamat

Siklamat adalah salah satu pemanis buatan yang apabila digunakan secara berlebihan dapat menimbulkan bahaya. Penggunaan siklamat yang berlebihan dapat menimbulkan berbagai bahaya kesehatan, contohnya yaitu risiko karsinogenik yang diduga memicu terjadinya kanker. Siklamat juga dapat meningkatkan tekanan darah dan menyebabkan terjadinya atrofi testis pada penelitian yang dilakukan terhadap tikus. Penggunaan siklamat dalam jumlah banyak atau berlebihan dapat meningkatkan risiko terkena diabetes tipe 2 dan kelahiran prematur. Sangat penting untuk mematuhi rekomendasi penggunaan yang aman serta batas maksimum yang ditetapkan oleh badan regulasi kesehatan. (Cahyadi, 2006).

5. Batasan Penggunaan Siklamat

Penggunaan siklamat dibatasi sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722/Menkes/Per/IX/88, yang menetapkan kadar maksimum asam siklamat dalam makanan dan minuman rendah kalori serta untuk penderita diabetes mellitus adalah 3 g/kg bahan pangan dan minuman (Cahyadi, 2017). Peraturan lain juga menyatakan sebagai berikut, World Health Organization (WHO) mengatur batas asupan harian siklamat yang aman (ADI) sebesar 11 mg/kg berat badan (Cahyadi, 2017). Peraturan ini menyatakan bahwa penggunaan siklamat dan sakarin masih diperbolehkan, dengan keunggulan kemudahan mendapatkan pemanis buatan tersebut dan harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan gula alami (Cahyadi, 2017; Mortensen, 2006).

6. Metode Analisis Kualitatif Siklamat

6.1 Reaksi Pengendapan (SNI 01-2893-1994). Reaksi pengendapan kualitatif siklamat adalah proses untuk mengidentifikasi keberadaan sakarin dalam suatu sampel dengan cara menambahkan larutan HCl 10% dan 10 mL larutan BaCl 10%, dibiarkan selama 30 menit. Disaring menggunakan kertas saring. Ditambahkan dengan larutan NaNO₂ 10% yang dilakukan dilemari asam dan dipanaskan diatas hot plate atau penangas air pada suhu sekitar 125-130 °C. Hasil akan didapat sekitar 20-30 menit, setelah dipanaskan maka akan terbentuk endapan putih yang menandakan sampel positif mengandung siklamat.

6.2 Spektrofotometri UV-VIS. Spektrofotometer UV-Vis (*Ultraviolet-Visible*) adalah salah satu instrumen analisis yang banyak digunakan dalam kimia analitik untuk mengidentifikasi dan mengukur konsentrasi senyawa berdasarkan serapan cahaya pada panjang gelombang tertentu. Prinsip kerja spektrofotometer UV-Vis didasarkan pada interaksi antara cahaya ultraviolet atau *visible* dengan molekul sampel, di mana molekul tersebut akan menyerap energi cahaya pada panjang gelombang tertentu sesuai dengan struktur kimianya (Skoog *et al.*, 2018).

Spektrofotometer UV-Vis terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu sumber cahaya, monokromator, kuvet, detektor, dan sistem pembaca data. Sumber cahaya yang digunakan biasanya berupa lampu deuterium untuk daerah ultraviolet (200-400 nm) dan lampu tungsten untuk daerah cahaya tampak (400-700 nm). Monokromator berfungsi untuk memilih panjang gelombang tertentu yang akan digunakan dalam analisis. Detektor mengubah energi cahaya yang diterima menjadi sinyal listrik yang kemudian ditampilkan dalam bentuk data absorbansi atau transmitansi (KEMENKES, 2010).

Dalam penelitian sebelumnya, Suliaty (2020) menyatakan bahwa metode spektrofotometri UV-Vis dapat digunakan untuk analisis kualitatif dan kuantitatif senyawa organik seperti siklamat dengan hasil yang akurat dan presisi.

7. Metode Analisis Kuantitatif Siklamat dengan Nitrimetri

Titrasi nitrimetri adalah teknik yang sederhana dan efisien untuk mengukur konsentrasi senyawa seperti antibiotik sulfonamida dan anestetika lokal kelompok asam amino benzoat. Teknik ini juga dikenal sebagai titrasi diazotasi, yang menggunakan larutan natrium nitrit sebagai standar. Prinsip utama dari titrasi nitrimetri adalah reaksi

diazotasi, yaitu reaksi antara amina aromatik primer dan asam nitrit dalam kondisi asam, yang menghasilkan garam diazonium. Dalam nitrimetri, ekivalen berat senyawa sama dengan berat molekulnya karena satu mol senyawa bereaksi dengan satu mol asam nitrit untuk membentuk satu mol garam diazonium. Konsentrasi larutan standar sering dinyatakan dalam molaritas (M) atau normalitas. Titik akhir titrasi diazotasi dapat ditentukan menggunakan indikator eksternal, indikator internal, atau metode potensiometri (Apsari, 2019).

Prosedur yang dilakukan merupakan uji kualitatif untuk mendeteksi keberadaan siklamat dalam sampel melalui pembentukan endapan putih. Langkah pertama, sampel sebanyak 50 mL dipipet dan dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer. Ditambahkan 5 mL larutan HCl 10% untuk mengasamkan larutan. Pengasaman ini diperlukan karena siklamat (asam siklamat, $C_6H_{11}NO_3S$) memerlukan lingkungan asam agar dapat terdekomposisi atau bereaksi dengan reagen selanjutnya. Dalam kondisi asam, siklamat dapat terurai menjadi ion sulfat (SO_4^{2-}), yang akan bereaksi dengan reagen berikutnya. Penggunaan HCl 10% dalam prosedur ini memiliki peran penting, yaitu menciptakan lingkungan asam yang optimal untuk reaksi. Konsentrasi 10% dipilih karena cukup kuat untuk memastikan reaksi berlangsung efektif, tetapi tidak terlalu pekat sehingga mengurangi risiko keselamatan dan kerusakan peralatan. Lingkungan asam juga membantu mencegah interferensi dari senyawa lain yang mungkin ada dalam sampel.

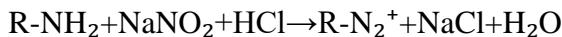
Penambahan 5 mL larutan $BaCl_2$ 10%. Barium klorida ($BaCl_2$) bereaksi dengan ion sulfat (SO_4^{2-}) yang dihasilkan dari dekomposisi siklamat dalam kondisi asam. Reaksi ini menghasilkan endapan putih barium sulfat ($BaSO_4$) yang menjadi indikator keberadaan siklamat. Reaksi yang terjadi adalah :



Campuran tersebut kemudian dibiarkan selama 30 menit untuk memastikan reaksi berlangsung sempurna, disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan endapan yang terbentuk.

Penyaringan dilakukan dengan ditambahkan 5 mL larutan $NaNO_2$ 10%. Natrium nitrit ($NaNO_2$) digunakan untuk reaksi diazotasi, yang dapat mengubah siklamat atau senyawa turunannya menjadi senyawa diazonium. Reaksi diazotasi ini dilakukan di lemari asam karena dapat menghasilkan gas nitrogen oksida (NO_x) yang berbahaya. Reaksi diazotasi umumnya melibatkan pembentukan ion diazonium ($R-$

N_2^+), yang dapat bereaksi lebih lanjut dengan senyawa lain. Reaksi diazotasi dapat digambarkan sebagai berikut :



R- NH_2 merupakan senyawa awal (seperti siklamat atau turunannya) bereaksi dengan NaNO_2 (Natrium nitrit) bahan yang membantu mengubah R- NH_2 menjadi senyawa baru dan HCl (Asam klorida) bahan yang membuat reaksi bisa terjadi. Menghasilkan senyawa R- N_2^+ (Ion diazonium) yaitu sebagai hasil utama reaksi. Juga dihasilkan hasil sampingan yang berupa NaCl garam dapur, dan H_2O (Air). Larutan dipanaskan di atas *hot plate* atau penangas air pada suhu 125–130 °C selama 20–30 menit. Pemanasan ini bertujuan untuk mempercepat reaksi dan memastikan pembentukan adanya endapan putih, yang merupakan indikator positif adanya kandungan siklamat dalam sampel.

E. Landasan Teori

Bahan Tambahan Pangan (BTP) adalah zat yang ditambahkan ke makanan atau minuman untuk meningkatkan kualitas, tekstur, rasa, atau umur simpan produk. Salah satu jenis BTP yang sering digunakan adalah pemanis buatan, yang memberikan rasa manis tanpa menambah kalori. Dua jenis pemanis buatan yang sering dipakai adalah sakarin dan siklamat. Sakarin, yang memiliki tingkat kemanisan 200–700 kali lebih manis dari sukrosa, sering digunakan oleh penderita diabetes karena tidak diserap oleh sistem pencernaan dan mampu menurunkan kadar gula darah (Astuti, 2017). Konsumsi berlebihan sakarin dapat menyebabkan efek samping seperti alergi, diare, dan kanker kandung kemih (Herman *et al.*, 2020). Siklamat, dengan tingkat kemanisan 30 kali lebih manis dari sukrosa, memiliki sifat tahan panas sehingga cocok digunakan dalam berbagai produk pangan (Handayani & Agustina, 2015). Penggunaan berlebihan siklamat dapat menyebabkan kerusakan hati, kanker kandung kemih, dan hipertensi (Yuniar, 2019).

Penelitian sebelumnya telah banyak mengkaji keberadaan sakarin dan siklamat dalam berbagai produk pangan, termasuk minuman yang dijual di pasar tradisional. Penelitian oleh Medika (2016) terhadap sepuluh sampel teh kemasan di Makassar menemukan bahwa satu sampel mengandung sakarin sebesar 6,58 mg/kg, sementara sembilan sampel lainnya mengandung siklamat dalam rentang 12,31–136,67 mg/kg. Handayani dan Agustina (2016) meneliti delapan minuman serbuk instan di Pasar Srago, Sragen, dan menemukan bahwa tujuh

sampel positif mengandung siklamat, dengan lima di antaranya melebihi ambang batas yaitu 265,21–512,78 mg/kg. Di Banjarmasin, Siska *et al.* (2016) menganalisis 15 sampel sirup merah dan mendapati bahwa enam di antaranya mengandung siklamat dalam kadar 46,21–105,24 mg/kg, yang masih di bawah batas maksimum kodeks. Penelitian oleh Anselmus Kabuhung (2019) terhadap delapan sampel es sirup di Pantai Malalayang, Manado, menunjukkan bahwa enam sampel positif siklamat, dengan satu sampel melebihi batas yaitu sebesar 940,21 mg/kg.

Qamariah dan Rahmadhani (2017) di Palangkaraya menunjukkan hasil negatif untuk seluruh sampel terhadap kandungan siklamat menggunakan metode gravimetri. Mulyani *et al.* (2022) menemukan bahwa enam sampel minuman es yang diteliti di Bengkulu seluruhnya negatif sakarin berdasarkan analisis spektrofotometri UV-Vis. Penelitian oleh Artha (2023) di Bali terhadap sirup ringan menunjukkan bahwa empat dari lima sampel mengandung sakarin dengan kadar antara 117,45–580,01 ppm, dua di antaranya melebihi batas maksimum yang diperbolehkan. Penelitian oleh Romsiah dan Utami (2021) di Palembang menggunakan metode KLT menunjukkan bahwa tujuh dari sepuluh sampel minuman es mengandung siklamat dalam kadar 267,45–698,12 mg/kg, yang melampaui batas yang diperbolehkan.

Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah titrasi alkalimetri untuk mendeteksi sakarin dan titrasi nitrimetri untuk siklamat. Titrasi alkalimetri bekerja berdasarkan reaksi netralisasi antara asam (sakarin) dengan basa (NaOH) dan titik ekuivalen dapat dideteksi melalui perubahan pH (Fatimah *et al.*, 2015). Sementara itu, titrasi nitrimetri didasarkan pada reaksi diazotasi, yaitu pembentukan garam diazonium dari senyawa amina aromatik primer dalam suasana asam yang bereaksi dengan natrium nitrit (Apsari, 2019). Kedua metode ini dinilai cukup sensitif dan akurat dalam mendeteksi kandungan pemanis buatan dalam sampel minuman.

Berdasarkan Peraturan Kepala BPOM Nomor 11 Tahun 2019, penggunaan sakarin dan siklamat dalam minuman tidak boleh melebihi 500 mg/kg. Penelitian ini bertujuan untuk memastikan bahwa kandungan pemanis buatan dalam sirup gula merah pada bubur sumsum yang dijual di Pasar Harjodaksino, sesuai dengan batas tersebut untuk melindungi kesehatan konsumen.

F. Hipoteis

Berdasarkan landasan teori tersebut maka dapat disusun hipotesis pada penelitian ini adalah :

1. Terdapat kandungan pemanis buatan sakarin dan siklamat pada sirup gula merah dalam bubur sumsum yang dijual di Pasar Harjodaksino.
2. Kadar sakarin dan siklamat pada sirup gula merah dalam bubur sumsum yang dijual di Pasar Harjodaksino berada dalam rentang tertentu yang dapat diukur.
3. Kadar sakarin dan siklamat pada sirup gula merah dalam bubur sumsum yang dijual di Pasar Harjodaksino memenuhi batas maksimum yang ditetapkan oleh Peraturan Kepala Badan POM Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2019 tentang batas maksimum penggunaan bahan tambahan pangan pemanis.