

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Zat Pewarna

Bahan tambahan yang umumnya dimanfaatkan untuk memberikan warna pada makanan dan meningkatkan daya tariknya bagi konsumen merupakan zat pewarna makanan. Fungsi utama pewarna ini untuk memperbaiki warna makanan yang memudar atau menambah warna pada makanan yang sebelumnya tidak berwarna agar terlihat menarik secara visual. Warna juga mampu menjadi indikator adanya perubahan kimia dalam makanan, misalnya perubahan menjadi coklat. Saat zat pewarna makanan dicampurkan ke dalam bahan pangan, makanan tersebut akan memperoleh warna sesuai yang diinginkan (Tjiptaningdyah *et al.*, 2017).

Penggunaan Bahan Tambahan Pangan sudah secara umum digunakan dalam pangan jajanan, tetapi produsen pangan masih banyak menggunakan bahan dengan zat pewarna tambahan yang berbahaya bagi kesehatan dan dilarang digunakan dalam pangan. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) sering temukan produk dengan pewarna tekstil dalam makanan. Produsen berlomba-lomba menambahkan pewarna untuk menarik konsumen. Konsumen harus waspada terhadap pewarna yang digunakan dalam makanan (Asrina *et al.*, 2018).

Penambahan bahan pewarna pada pangan bertujuan untuk memberikan tampilan pangan yang lebih menarik bagi konsumen, untuk memperkuat warna makanan, untuk memantau stabilitas pangan selama pengolahan pangan, dan untuk mengantisipasi perubahan keamanan pangan selama masa penyimpanan. Namun demikian, fakta menunjukkan bahwa masyarakat masih menggunakan pewarna yang telah dilarang dan memiliki potensi bahaya bagi kesehatan (Sumaryani *et al.*, 2014).

Pewarna sintesis seperti Rhodamin B termasuk dalam kategori zat yang dilarang penggunaannya, zat ini merupakan pewarna tekstil dan memiliki sifat karsinogenik, yang berarti penggunaannya dalam produk

pangan dilarang. Dalam jangka panjang, penggunaan Rhodamin B dapat menyebabkan risiko kanker (Asrina *et al.*, 2018).

Pewarna alami dikategorikan sebagai pewarna yang berasal dari sumber hewani, seperti warna merah muda yang diperoleh dari flamingo dan ikan salem, serta dari sumber tumbuhan, seperti karamel, coklat, dan daun suji. Namun, sebagai zat warna sintetis, sering kali diproduksi menggunakan proses yang melibatkan penggunaan asam sulfat atau asam nitrat. Sayangnya, dalam beberapa kasus, proses ini rentan terhadap kontaminasi oleh logam berat seperti arsenik, yang bersifat beracun dan seharusnya dilarang dalam bahan tambahan makanan. (Tjiptaningdyah *et al.*, 2017).

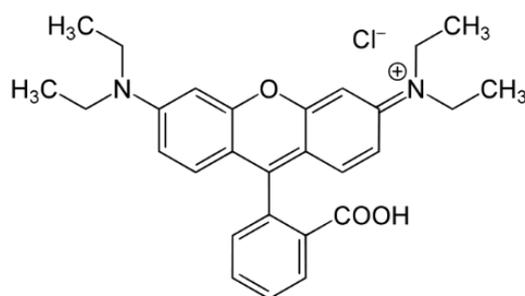
2. Senyawa Rhodamin B

Zat pewarna yang sering digunakan dalam industri cat, tekstil, dan kertas adalah Rhodamin B. Pewarna ini berbentuk serbuk kristal yang bisa berwarna hijau atau ungu kemerahan. Penggunaan bahan seperti Rhodamin B sangat dilarang pada makanan karena dikhawatirkan pada saluran pernapasan dapat terjadi iritasi, kulit, mata, serta saluran pencernaan. Selain itu, paparannya dapat menyebabkan keracunan, gangguan hati, dan zat pewarna ini memiliki sifat karsinogenik, yang berarti penggunaan jangka panjang dapat meningkatkan risiko kanker dan tumor. Sehingga, penggunaan Rhodamin B dalam makanan harus dihindari karena potensi bahayanya bagi kesehatan manusia (Saputri *et al.*, 2018).

Rhodamin B sering disalahgunakan dalam berbagai produk pangan seperti terasi, kerupuk, agar-agar, cabe merah giling, arum manis, dan makanan warna yang mencolok lainnya. Produk yang memiliki ciri-ciri warna yang cerah namun terkadang tidak merata, bahkan dapat terdapat gumpalan biasanya mengandung pewarna Rhodamin B. Selain itu, rasanya bisa sedikit pahit. Produk dengan ciri-ciri semacam ini sering tidak mencantumkan kode, label, merek, atau identitas yang lengkap. Kurangnya informasi tersebut menjadi salah satu ciri yang mungkin membuat konsumen sulit untuk mengidentifikasi komposisi sebenarnya dari produk tersebut. (Ripaldy *et al.*, 2017).

Rhodamin B diproduksi dari meta-dietil aminofenol dan ftalik anhidrid, bahan-bahan yang bukan untuk konsumsi serta memiliki sifat sangat berfluoresensi. Pewarna Rhodamin B digunakan dalam berbagai aplikasi termasuk pewarna pernis, sabun, kertas, kapas, wol, nilon, bulu, serat asetat, kertas, dan serat kayu. Zat ini sangat berbahaya jika terhirup, kontak dengan kulit, masuk ke mata, atau tertelan, sehingga perlu dihindari interaksi langsung dengan tubuh manusia karena potensi bahayanya yang serius. (Saputri *et al.*, 2018).

Rumus molekul dari Rhodamin B yaitu $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$ dengan 479.000 berat molekulnya, akan menghasilkan warna merah kebiru-biruan dan berfluoresensi kuat karena sangat larut dalam air. Nama Kimia Rhodamin B adalah N-[9-(*carboxyphenyl*)-6-(*diethylamino*)-3H-xanten-3-ylidene]-N-ethylethanaminium clorida. Sedangkan nama lainnya *tetraethylrhodamine*; D&C Red No. 19; *Rhodamin B clorida*; C.I. Basic Violet 10; C.I 45170. Selain larut dalam air, Rhodamin B juga larut dalam alkohol, HCl, dan NaOH. Zat ini sedikit larut dalam natrium hidroksida dan asam hidroklorida, seperti pada gambar 2.1 menunjukkan struktur dari Rhodamin B (Tjiptaningdyah *et al.*, 2017).



Sumber : Tjiptaningdyah *et al.*, 2017.
Gambar 2. 1 Struktur Kimia Rhodamin B

Rhodamin B adalah senyawa dengan ikatan klorin (Cl), yang memiliki sifat anorganik reaktif dan berbahaya. Sifat konjugasi dalam Rhodamin B memberikan warnanya yang khas, yaitu merah. Kesamaan bahaya yang terkait dengan Rhodamin B dan klorin menunjukkan bahwa atom klorin dalam Rhodamin B dapat menimbulkan efek toksik dalam tubuh manusia karena sifat halogen dalam senyawa organik. Sintesis zat warna menggunakan Reaksi Friedel-Crafts adalah metode yang digunakan

untuk menghasilkan zat warna seperti triarilmetana dan xantena, tergantung pada bahan reaktan yang digunakan. Atom Cl, sebagai bagian dari halogen, termasuk dalam kategori dengan sifat toksik dan karsinogenik dalam senyawa organik (Tjiptaningdyah *et al.*, 2017).

3. Bahaya Rhodamin B

a. Bagi Kesehatan

Tahun 1984 telah dilarang di Eropa penggunaan zat pewarna Rhodamin B karena dianggap sebagai bahan karsinogen yang sangat berpotensi menyebabkan kanker. Uji toksisitas pada hewan percobaan seperti mencit dan tikus menunjukkan bahwa zat ini menyebabkan perubahan pada sel hati yang berujung pada nekrosis, di samping itu jaringan di sekitarnya juga mengalami disintegrasi (Saputri *et al.*, 2018).

Bahaya dari Rhodamin B yang konsumsi umumnya akan muncul apabila zat warna ini terus dikonsumsi dalam jangka waktu yang lama. Rhodamin B memiliki potensi untuk menimbulkan efek keracunan akut jika tertelan dalam jumlah yang signifikan, yakni dengan dosis toksiknya sekitar 500 mg per kilogram berat badan. Iritasi pada saluran pencernaan dapat terjadi, dan terkadang menimbulkan gejala seperti urine berwarna merah atau merah muda merupakan efek toksik yang mungkin terjadi. Jika terhirup, Rhodamin B akan mengakibatkan gangguan pada saluran pernapasan, tetapi jika terkena kulit, zat ini akan menyebabkan iritasi yang ditandai dengan kemerahan pada mata serta timbulnya cairan atau pembengkakan pada area mata (Ripaldy *et al.*, 2017).

Diketahui bahwa Rhodamin B memiliki dampak yang merusak pada hati dengan mengubah sel hati yang normal dapat mengalami nekrosis, sementara jaringan sekitarnya mengalami disintegrasi. Kerusakan pada jaringan hati ini ditunjukkan dengan perubahan-perubahan seperti sel yang melakukan pinositosis, adanya nukleus yang piknotik (terkondensasi) dan hiperkromatik (lebih pekat warnanya), degenerasi lemak, serta sitolisis dari sitoplasma. Penumpukan Rhodamin B dalam jaringan lemak dalam jangka waktu panjang,

terutama jika jumlahnya terus bertambah dalam tubuh, dapat menyebabkan kerusakan serius pada organ-organ tubuh, yang pada akhirnya dapat berujung pada kematian (Saputri *et al.*, 2018).

Sifat kimia yang melibatkan kandungan berat logam dan senyawa klorin (Cl) membuat Rhodamin B sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Senyawa klorin adalah jenis halogen yang reaktif dapat menjadi racun dalam tubuh manusia jika tertelan, karena bersifat racun yang cenderung mengikat senyawa lain. Rhodamin B juga mengandung senyawa pengalkilasi yang bersifat radikal. Secara keseluruhan, hal ini dapat mengakibatkan peningkatan risiko terjadinya kanker pada manusia (Desnita 2022).

Bahaya tidak akan muncul apabila mengonsumsi makanan yang terasa secara langsung. Dampaknya dapat berefek dalam jangka waktu yang panjang, mungkin 10 atau 20 tahun setelahnya. Penelitian menunjukkan bahwa zat pewarna sintetis memiliki sifat racun bagi manusia, yang berpotensi membahayakan kesehatan konsumen. Beberapa senyawanya juga telah terbukti memiliki sifat karsinogenik, yang dapat meningkatkan risiko terjadinya kanker pada tubuh manusia (Tjiptaningdyah *et al.*, 2017).

b. Bagi Lingkungan

Industri tekstil dan pakaian di era globalisasi memiliki peran vital dalam kehidupan manusia. Menurut Badan Pusat Statistik Indonesia, kelompok industri tekstil mengalami pertumbuhan signifikan, naik dari 6,48% pada 2018 menjadi 20,71% pada 2019. Namun, kemajuan ini juga membawa dampak negatif terhadap lingkungan, terutama dalam bentuk pembuangan limbah pewarna tekstil secara langsung. Pewarna tekstil sulit terdegradasi dalam lingkungan dan dapat berkontribusi pada kematian biota perairan serta akumulasi logam berat dalam ikan dan moluska (Ahmad *et al.*, 2021).

Dampak Rhodamin B tidak hanya pada kesehatan manusia saja, dapat juga berdampak negatif bagi lingkungan jika terdapat dalam dalam jangka waktu yang lama dan jumlah yang besar. Rhodamin B

dapat mengandung logam berat yang berbahaya. Logam berat ini dapat mencemari tanah, air, dan udara, serta menyebabkan keracunan pada makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan, dan manusia. Pencemaran oleh logam berat sangat sulit diurai baik secara kimia maupun biologi. Oleh karena itu, sangat penting untuk mengurangi atau menghilangkan polutan logam berat dalam lingkungan seperti tanah, air, dan udara, guna mencegah dampak negatifnya terhadap kehidupan (Juhri, 2017)

4. Arum Manis

Arum manis adalah jajanan tradisional yang sejak zaman dahulu telah dikenal, masih sangat populer di kalangan semua usia. Namun, jajanan ini memiliki sifat yang tidak tahan lama dan harus dimakan segera setelah pembuatan. Penjual arum manis sering membuatnya untuk dijual secara langsung. Untuk menjaga kualitasnya, arum manis yang sudah dibuat harus disimpan dalam plastik kedap udara agar tidak terkena udara (Oktavianawati, 2017).

Arum manis merupakan jajanan yang unik dibuat dari pintalan gula yang awalnya dibakar dahulu. Arum manis mengandung bahan tambahan untuk membuat lebih menarik serta meningkatkan kualitas dari bentuk serta rasanya. Arum manis pada gambar 2.2 biasanya dijual dengan warna merah muda yang paling populer, meskipun ada juga pilihan warna seperti ungu dan biru (Asrina *et al.*, 2018).

Arum manis sering disebut sebagai permen kapas karena bentuknya yang menyerupai kapas. Biasanya, jajanan ini terbuat dari bahan baku seperti gula pasir yang dicampur dengan pewarna makanan dan diolah menggunakan mesin khusus. Tradisionalnya, arum manis dijual oleh para penjual keliling. Namun, pada saat ini, penjualan arum manis lebih sering ditemukan di sekitar area sekolah, lokasi ramai, dan pasar malam, sehingga membuat penjual keliling semakin langka (Oktavianawati, 2017).



Sumber : Akmalia, 2022.
Gambar 2. 2 Jajanan Arum Manis.

5. Metode Analisis Rhodamin B

Metode yang umum dapat untuk mengidentifikasi zat warna Rhodamin B meliputi Kromatografi Kertas, Kromatografi Lapis Tipis, Test Kit, dan Spektrofotometri UV-Vis. Dalam penelitian sampel Arum Manis, zat warna Rhodamin B diidentifikasi menggunakan Spektrofotometer. Pemilihan metode ini didasarkan pada kecepatan, kemudahan penggunaan, dan penggunaan peralatan yang relatif sederhana dibandingkan dengan metode lainnya. Dalam proses ini, sampel Rhodamin B diukur absorbansinya pada panjang gelombang tertentu menggunakan spektrofotometer, yang memberikan informasi mengenai keberadaan dan konsentrasi zat warna Rhodamin B dalam sampel tersebut. (Saputri *et al.*, 2018).

a. Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis adalah teknik umum yang digunakan karena banyak zat kimia untuk karakterisasi senyawa, terutama senyawa aromatik seperti obat-obatan, karena banyak senyawa ini menyerap cahaya dalam UV-Vis. Spektrum UV-Vis khas untuk setiap zat. Namun, tidak semua senyawa menyerap radiasi UV, dan tumpang tindih spektrum dapat menjadi masalah. Oleh karena itu, spektrometri massa (MS), terutama dengan resolusi tinggi (HRMS), digunakan untuk mendeteksi senyawa baru atau yang tidak diketahui dengan lebih akurat. Jika MS resolusi tinggi tidak tersedia, spektrometri massa resolusi rendah (LRMS) yang dikombinasikan dengan spektrofotometri UV-Vis dapat memberikan informasi tambahan (Queral-Beltran *et al.*, 2023).

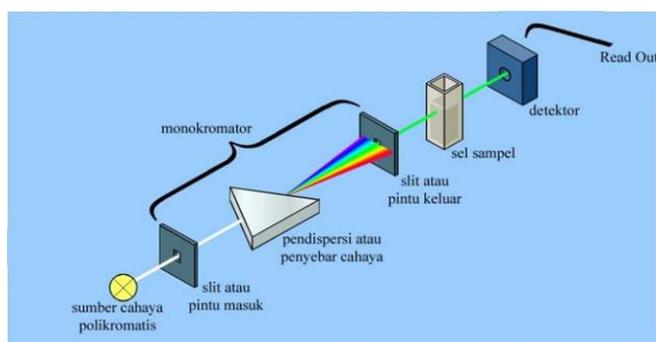
Sinar ultraviolet (UV) dapat dibagi menjadi dua kelompok utama. Pertama, panjang gelombang sekitar 10 - 200 nm merupakan UV jauh, sementara panjang gelombang sekitar 200 - 400 nm merupakan UV dekat. Meskipun tak terlihat oleh mata manusia, beberapa makhluk seperti burung, reptil, dan serangga, seperti lebah, mampu mendeteksi cahaya UV. Penggunaan sinar UV dan sinar tampak dalam berinteraksi dengan senyawa organik dimanfaatkan untuk mengidentifikasi struktur molekulnya. Dalam proses ini, elektron-elektron yang terikat dan elektron-elektron yang bebas (elektron non-ikatan) menjadi bagian molekul yang paling responsif terhadap sinar UV. Tingkat kepekaan elektron-elektron ini terhadap rangsangan berhubungan langsung dengan panjang gelombang yang diserapnya; semakin panjang gelombang yang akan diserap maka semakin mudah elektron-elektron ini terstimulasi. Lebih banyaknya elektron yang terstimulasi juga akan menghasilkan tingkat absorbsi yang lebih tinggi (Suhartati 2017).

Dalam spektrofotometer UV-Vis, mempunyai istilah tertentu yang berkaitan dengan molekul dan interaksi mereka dengan cahaya. Kromofor adalah bagian dari molekul yang sangat efektif menyerap sinar UV-Vis. Contohnya meliputi heksana, aseton, asetilen, benzena, dan berbagai senyawa kimia lainnya. Auksokrom adalah gugus fungsi dalam molekul yang memiliki pasangan elektron bebas dan terikat kovalen dengan kromofor. Gugus ini meningkatkan absorpsi sinar UV-Vis pada kromofor, baik dalam panjang gelombang maupun intensitasnya. Contohnya termasuk gugus hidroksi, amina, halida, dan alkoksi. Selain itu, terdapat efek batokromik (pergeseran merah), efek hipokromik (pergeseran biru), hipsokromik, dan hipokromik yang menjelaskan perubahan panjang gelombang dan intensitas absorpsi (Suhartati, 2017).

Ada dua jenis instrumen spektrofotometer, yaitu *single-beam* dan *double-beam*..

1) Spektrofotometri *single-beam*.

Instrumen single-beam yang ditampilkan pada gambar 2.3 digunakan untuk mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal, biasanya digunakan dalam aplikasi kuantitatif. Keuntungan dari *instrumen single-beam* ini termasuk kesederhanaannya, harga yang terjangkau, dan pengurangan biaya yang signifikan. Beberapa *instrumen single-beam* dirancang untuk melakukan pengukuran pada rentang sinar ultraviolet dan tampak, dengan rentang panjang gelombang yang dapat diukur mulai dari sekitar 190 hingga 210 nm hingga sekitar 800 hingga 1000 nm (Suhartati, 2017).



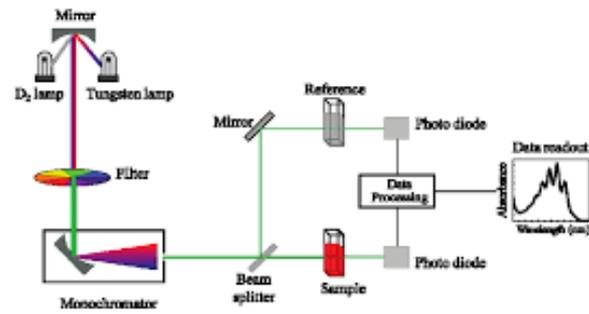
Sumber : Suhartati, 2017.

Gambar 2. 3 Diagram alat spektrofotometri UV-Vis (single beam).

2) Spektrofotometri *double-beam*.

Instrumen double-beam seperti yang terlihat pada gambar 2.4 digunakan untuk rentang gelombang 190-750 nm. Alat ini dilengkapi dengan dua jalur sinar, satu digunakan untuk larutan blanko dan yang lainnya untuk sampel. Hal ini memungkinkan perbandingan absorbansi yang akurat dan umumnya digunakan dalam teknik spektrofotometri. Sinar UV dari sumber polikromatis dihasilkan oleh lampu deuterium, sementara sinar tampak dihasilkan oleh lampu wolfram. Monokromator yang digunakan menggunakan lensa prisma dan filter optik. Sampel diukur dalam 4 kuvet yang terbuat dari kuarsa atau gelas dengan lebar yang berbeda. Detektor yang digunakan bisa berupa foto, panas, atau dioda foto yang mengubah cahaya yang berasal dari sampel menjadi arus listrik. Ini

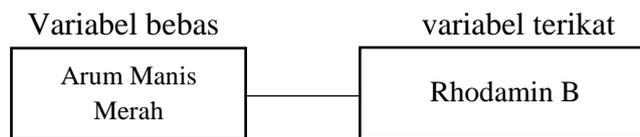
adalah diagram dari spektrofotometer UV-Vis (*Double-beam*) (Suhartati, 2017).



Sumber : Suhartati, 2017.

Gambar 2. 4 Skema spektrofotometer UV-Vis (*Double-beam*).

B. Kerangka Konsep



Gambar 2. 5 Kerangka konsep