

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bahan Tambahan Pangan

Makanan dan minuman merupakan suatu pangan sebagai sumber energi bagi tubuh. Selain itu makanan dan minuman juga membantu pertumbuhan dan perkembangan tubuh, menjaga dan memperbaiki sel-sel tubuh, mengatur metabolisme tubuh, menjaga keseimbangan cairan serta menjaga tubuh tetap sehat (Rini et al., 2020).

Dalam kebanyakan kasus bahan tambahan pangan yang digunakan dalam proses produksi makanan harus disetujui oleh kedua Codec Alimentarius dan FDA. Codex Alimentarius memberikan peraturan tentang bahan tambahan pangan yang diizinkan dan yang tidak diizinkan serta nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*) untuk masing-masing bahan tambahan pangan. Prosedur nakal masih sering menggunakan boraks dan formalin dalam pembuatan makanan olahan meskipun bahan-bahan ini dilarang untuk dimasukan ke dalam makanan. Boraks dan formalin biasanya digunakan sebagai pengawet dan prosedur yang masih digunakan karena murah (Septiani, 2018).

Bahan pengawet biasanya dapat digunakan untuk mengawetkan makanan yang cepat basi atau rusak. Bahan ini dapat menghambat dan memperlambat proses fermentasi, pengemasan, serta penguraian yang disebabkan oleh mikroorganisme. Namun, banyak produsen yang sering menggunakan zat tersebut pada produk makanan dengan tujuan agar

memperpanjang masa penyimpanan dan dapat memperbaiki tekstur makanan (Azas, 2013).

2.2 Keamanan Pangan

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) keamanan pangan (*food safety*) adalah bidang yang mempelajari bagaimana makanan atau minuman dibuat, dirawat, dan disimpan agar tidak terkontaminasi oleh zat fisik, biologi, atau kimia. Adapun tujuan utama keamanan pangan adalah untuk mencegah makanan dan minuman terkontaminasi oleh zat asing fisik, biologi atau kimia, sehingga mengurangi kemungkinan sakit akibat bahaya pangan. Barang asing yang masuk ke dalam makanan atau minuman disebut kontaminasi fisik. Contohnya seperti kotoran, debu, logam dan lainnya. Kontaminasi biologi adalah zat yang dibuat oleh makhluk hidup (seperti manusia, tikus, kecoa dan lainnya) yang masuk dalam makanan atau minuman. Kontaminasi kimia termasuk peptisida, herbisida, dan obat-obatan hewan. Kontaminasi kimia yang berasal dari lingkungan seperti udara, tanah dan air. Selain itu juga ada migrasi dari kemasan makanan, penggunaan zat adiktif atau racun alami, dan kontaminasi silang selama proses makanan (Rini et al., 2020).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI NO. 033 tahun 2012 menetapkan bahwa boraks dan formalin adalah bahan tambahan makanan yang tidak diizinkan di Indonesia. Penyebab boraks dan formalin dilarang penggunaannya karena banyak menimbulkan penyakit bagi kesehatan. Formalin dapat menyebabkan iritasi dan rasa terbakar pada mukosa kavum

nasi, mulut dan saluran nafas bagian atas jika masuk secara inhalasi. Pada konsentrasi lebih tinggi mampu mencapai bronkiolus dan alveoli lalu menginduksi edema paru dan pneumonia. Sedangkan bila tertelan dalam konsentrasi tinggi menimbulkan gejala akut berupa iritasi di mulut, kerongkongan, ulkus disaluran pencernaan, nyeri dada dan perut, mual, muntah, diare, gagal ginjal bahkan kematian. Sedangkan pada boraks dapat menyebabkan gangguan otak, hati, dan ginjal. Dalam jumlah banyak boraks menyebabkan demam, anuria, koma, kerusakan sistem saraf pusat, sianosis, kerusakan ginjal, anemia, muntah, diare, pingsan bahkan kematian. (Utomoa & Kholifah, 2018).

2.3 Bahan Tambahan Pangan Yang Dilarang

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia 033 Tahun 2012, Tahun bahan tambahan pangan yang dilarang dan tidak diizinkan penggunaannya pada makanan yaitu:

1. Asam borat dan senyawanya (*Boric acid*)
2. Asam salisilat dan garamnya (*Salicylic acid and its salt*)
3. Dietilpirokarbonat (*Diethylpyrocarbonate, DEPC*)
4. Dulsin (*Dulcin*)
5. Formalin (*Formaldehyde*)
6. Kalium bromat (*Potassium bromate*)
7. Kalium klorat (*Potassium chlorate*)
8. Kloramfenikol (*Chloramphenicol*)
9. Minyak nabati yang dibrominasi (*Brominated vegetable oils*)

10. Nitrofurazon (*Nitrofurazone*)
11. Dulkamara (*Dulcamara*)
12. Kokain (*Cocaine*)
13. Nitrobenzen (*Nitrobenzene*)
14. Sinamil antranilat (*Cinnamyl anthranilate*)
15. Dihidrosafrol (*Dihydrosafrole*)
16. Biji tonka (*Tonka bean*)
17. Minyak kalamus (*Calamus oil*)
18. Minyak tansi (*Tansy oil*)
19. Minyak sasafras (*Sasafras oil*) (Permenkes., 2012).

2.4 Bahan Tambahan Pangan Yang Diizinkan

Bahan Tambahan Pangan secara luas sudah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari dalam pembuatan berbagai macam makanan. Salah satu tujuan bahan tambahan pangan yang dipergunakan pada makanan yaitu sebagai bahan pengawet dan pewarna (Julaeha et al., 2016). Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 033 Tahun 2012, tentang bahan tambahan pangan yang diizinkan yaitu:

1. Antibuih (*Antifoaming Agent*)

Antibuih (*Antifoaming Agent*) adalah bahan tambahan pangan untuk mencegah atau mengurangi pembentukan buih. Contohnya Kalsium alginat, Mono dan digliserida asam lemak.

2. Antikempal (*Anticaking Agent*)

Antikempal (*Anticaking Agent*) adalah bahan tambahan pangan untuk mencegah mengempalnya produk pangan. Contohnya Kalsium karbonat, Trikalsium fosfat, dan Selulosa mikrokristalin.

3. Antioksidan (*Antioxidant*)

Antioksidan (*Antioxidant*) adalah bahan tambahan pangan untuk mencegah atau menghambat kerusakan pangan akibat oksidasi. Contohnya Asam askorbat, Natrium askorbat, dan Kalsium askorbat.

4. Bahan Pengkarbonasi (*Carbonating Agent*)

Bahan Pengkarbonasi (*Carbonating Agent*) adalah bahan tambahan pangan untuk membentuk karbonasi di dalam pangan. Contohnya Karbon dioksida.

5. Garam Pengemulsi (*Emulsifying Salt*)

Garam Pengemulsi (*Emulsifying Salt*) adalah bahan tambahan pangan untuk mendispersikan protein dalam keju sehingga mencegah pemisahan lemak. Contohnya Natrium dihidrogen sitrat, Trinatrium sitrat, dan Kalium dihidrogen sitrat.

6. Gas Untuk Kemasan (*Packaging Gas*)

Gas Untuk Kemasan (*Packaging Gas*) adalah bahan tambahan pangan berupa gas, yang dimasukkan ke dalam kemasan pangan sebelum, saat maupun setelah kemasan diisi dengan pangan untuk mempertahankan mutu pangan dan perlindungan pangan dari kerusakan. Contohnya Karbon dioksida dan Nitrogen.

7. Humektan (*Humectant*)

Humektan (*Humectant*) adalah bahan tambahan pangan untuk mempertahankan kelembaban pangan. Contohnya Natrium laktat, Kalium laktat, dan Natrium hidrogen malat.

8. Pelapis (*Glazing Agent*)

Pelapis (*Glazing Agent*) adalah bahan tambahan pangan untuk melapisi permukaan pangan sehingga memberikan efek perlindungan dan penampakan mengkilap. Contohnya Malam, Lilin kandelila, dan lilin karnauba.

9. Pemanis (*Sweetener*)

Pemanis (*Sweetener*) adalah bahan tambahan pangan berupa pemanis alami dan pemanis buatan yang memberikan rasa manis pada produk pangan.

a. Pemanis Alami (*Natural Sweetener*)

Pemanis Alami (*Natural Sweetener*) adalah pemanis yang dapat ditemukan dalam bahan alam meskipun prosesnya secara sintetik ataupun fermentasi. Contohnya Sorbitol, Manitol dan Isomalt.

b. Pemanis Buatan (*Artificial Sweetener*)

Pemanis Buatan (*Artificial Sweetener*) adalah pemanis yang diproses secara kimiawi, dan senyawa tersebut tidak terdapat di alam. Contohnya Aspartam, Asam siklamat, dan Sakarin.

10. Pembawa (*Carrier*)

Pembawa (*Carrier*) adalah bahan tambahan pangan yang digunakan untuk memfasilitasi penanganan, aplikasi atau penggunaan bahan tambahan pangan lain atau zat gizi di dalam pangan dengan cara melarutkan, mengencerkan, mendispersikan atau memodifikasi secara fisik bahan tambahan pangan lain atau zat gizi tanpa mengubah fungsinya dan tidak mempunyai efek teknologi pada pangan. Contohnya Sukrosa asetat isobutirat, Trietil sitrat, Propilen glikol dan Polietilen glikol.

11. Pembentuk Gel (*Gelling Agent*)

Pembentukan Gel (*Gelling Agent*) adalah bahan tambahan pangan untuk membentuk gel. Contohnya Asam alginat, Natrium alginat dan Kalium alginat.

12. Pembuih (*Foaming Agent*)

Pembuih (*Foaming Agent*) adalah bahan tambahan pangan untuk membentuk atau memelihara homogenitas dispersi fase gas dalam pangan berbentuk cair atau padat. Contohnya Gom xanthan, Selulosa mikrokristalin dan Etil metil selulosa.

13. Pengatur Keasaman (*Acidity Regulator*)

Pengatur Keasaman (*Acidity Regulator*) adalah bahan tambahan pangan untuk mengasamkan, menetralkan dan mempertahankan derajat keasaman pangan. Contohnya Kalisium karbonat, Asam asetat dan Natrium asetat.

14. Pengawet (*Preservative*)

Pengawet (*Preservative*) adalah bahan tambahan pangan untuk mencegah atau menghambat fermentasi, pengasaman, penguraian, dan kerusakan lainnya terhadap pangan yang disebabkan oleh mikroorganisme. Contohnya Asam sorbat dan garamnya, Asam benzoat dan garamnya dan Etil para-hidroksibenzoat.

15. Pengembang (*Raising Agent*)

Pengembang (*Raising Agent*) adalah bahan tambahan pangan berupa senyawa tunggal atau campuran untuk melepaskan gas sehingga meningkatkan volume adonan. Contohnya Natrium karbonat, Natrium hidrogen karbonat dan Kalium hidrogen karbonat.

16. Pengemulsi (*Emulsifier*)

Pengemulsi (*Emulsifier*) adalah bahan tambahan pangan untuk membantu terbentuknya campuran yang homogen dari dua atau lebih fase yang tidak tercampur seperti minyak dan air. Contohnya Kalsium karbonat, Natrium laktat dan Kalsium laktat.

17. Pengental (*Thickener*)

Pengental (*Thickener*) adalah bahan tambahan pangan untuk meningkatkan viskositas pangan. Contohnya Kalsium asetat, Natrium laktat dan Kalsium laktat.

18. Pengeras (*Firming Agent*)

Pengeras (*Firming Agent*) adalah bahan tambahan pangan untuk memperkeras, atau mempertahankan jaringan buah dan sayuran, atau

berinteraksi dengan bahan pembentuk gel untuk memperkuat gel. Contohnya Kalsium laktat, Kalium klorida dan Kalsium sulfat.

19. Penguat Rasa (*Flavour Enhancer*)

Penguat Rasa (*Flavour Enhancer*) adalah bahan tambahan pangan untuk memperkuat atau memodifikasi rasa dan aroma yang telah ada dalam bahan pangan tanpa memberikan rasa dan aroma baru. Contohnya Asam L-glutamat dan garamnya, Asam guanilat dan garamnya dan Asam inosinat dan garamnya.

20. Peningkat Volume (*Bulking Agent*)

Peningkat Volume (*Bulking Agent*) adalah bahan tambahan pangan untuk meningkatkan volume pangan. Contohnya Natrium laktat, Asam alginat dan Natrium alginat.

21. Penstabil (*Stabilizer*)

Penstabil (*Stabilizer*) adalah bahan tambahan pangan untuk menstabilkan sistem dispersi yang homogen pada pangan. Contohnya Kalsium karbonat, Kalsium asetat dan Kalsium laktat.

22. Peretensi Warna (*Colour Retention Agent*)

Peretensi Warna (*Colour Retention Agent*) adalah bahan tambahan pangan yang dapat mempertahankan, menstabilkan, atau memperkuat intensitas warna pangan tanpa menimbulkan warna baru. contohnya Magnesium karbonat dan Magnesium hidroksida.

23. Perisa (*Flavouring*)

Perisa (*Flavouring*) adalah bahan tambahan pangan berupa preparat konsentrat dengan atau tanpa ajutan perisa (*flavouring adjunct*) yang digunakan untuk memberikan flavour dengan pengecualian rasa asin, manis dan asam. Perisa dikelompokkan menjadi:

1. Perisa alami;
2. Perisa identik alami; dan
3. Perisa artifisial

24. Perlakuan Tepung (*Flour Treatment Agent*)

Perlakuan Tepung (*Flour Treatment Agent*) adalah bahan tambahan pangan yang ditambahkan pada tepung untuk memperbaiki warna, mutu adonan dan atau pemanggangan, termasuk bahan pengembang adonan, pemucat dan pematang tepung. Contohnya Amonium klorida, Kalsium sulfat dan Kalsium oksida.

25. Pewarna (*Colour*)

Pewarna (*Colour*) adalah bahan tambahan pangan berupa pewarna alami dan pewarna sintesis, yang ketika ditambahkan atau diaplikasikan pada pangan, mampu memberi atau memperbaiki warna.

a. Pewarna Alami (*Natural Colour*)

Pewarna Alami (*Natural Colour*) adalah pewarna yang dibuat melalui proses ekstraksi, isolasi, atau derivatisasi (sintesis parsial) dari tumbuhan, hewan, mineral atau sumber alami lain, termasuk pewarna identik alami. Contohnya Kurkumin, Riboflavin dan Karmin.

b. Pewarna sintesis (*Synthetic Colour*)

Pewarna sintesis (*Synthetic Colour*) adalah pewarna yang diperoleh secara sintesis kimiawi. Contohnya Tartrazin, Kuning kuinolin dan Karmoisin.

26. Propelan (*Propellant*)

Propelan (*Propellant*) adalah bahan tambahan pangan berupa gas untuk mendorong pangan keluar dari kemasan. Contohnya Nitrogen, Dinitrogen, dan Propana.

27. Sekuestran (*Sequestrant*)

Sekuestran (*Sequestrant*) adalah bahan tambahan pangan yang dapat mengikat ion logam polyvalen untuk membentuk kompleks sehingga meningkatkan stabilitas dan kualitas pangan. Contohnya seperti isopropil sitrat, natrium glukonat dan kalium glukonat (Permenkes., 2012).

2.5 Otak-otak

Otak-otak adalah salah satu makanan beku dan makanan olahan cepat saji yang tahan lebih lama dan mudah disajikan. Dengan masuknya industri makanan cepat saji di Indonesia, perusahaan makanan berlomba-lomba untuk menghasilkan produk baru karena persaingan yang semakin ketat di industri makanan beku. Jenis makanan siap saji yang saat ini tersedia dalam bentuk kemasan seperti sediaan otak-otak, bakso dan lainnya. Pusat perbelanjaan seperti supermarket, minimarket dan bahkan dipasaran menawarkan makanan beku dalam bentuk kemasan (Aeni, 2019).

Berikut adalah produk otak-otak yang beredar di Kabupaten Tegal



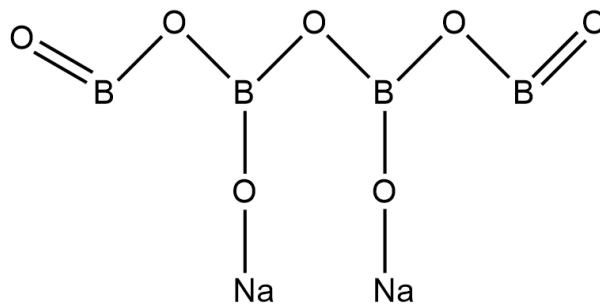
Gambar 2. 1 Produk otak-otak

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2025).

2.6 Boraks

Boraks adalah senyawa dengan nama kimia natrium tetraborat atau garam boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) dan asam borat (H_3BO_4). Nama lainnya adalah bleng, pijer, atau gender. Jika boraks larut dalam air akan menjadi natrium hidroksida dan asam borat, dengan demikian bahaya boraks dan asam borat sama (Kresnadipayana & Lestari, 2017).

Berikut adalah struktur boraks



Gambar 2. 2 Struktur Boraks

(Winarsih et al., 2018).

Penggunaan boraks yang digunakan dengan cara yang salah dampaknya akan sangat buruk pada kesehatan manusia. Seperti bahan

makanan lain yang merusak kesehatan manusia, boraks juga memiliki efek racun yang sangat berbahaya pada sistem metabolisme manusia. Dimana dalam peraturan menteri kesehatan nomor 722/MenKes/Per/IX/88 tahun 2015, boraks dianggap sebagai bahan berbahaya dan dilarang dipergunakan dalam pembuatan makanan. Mengonsumsi makanan yang mengandung boraks memang secara langsung tidak berakibat buruk, akan tetapi boraks akan menumpuk di dalam tubuh karena sedikit demi sedikit boraks akan diserap ke dalam tubuh. Selain itu, dampak negatif mengonsumsi makanan yang mengandung boraks akan menyebabkan gangguan otak, hati, dan ginjal (Triastuti & Fatimawali., 2013).

2.7 Bahaya Penggunaan Boraks

Penggunaan boraks dan formalin sering disalahgunakan oleh produsen nakal untuk membuat makanan seperti mie, bakso, otak-otak (sebagai pengenyal dan pengawet), lontong (sebagai pengeras) bahkan dalam pembuatan ikan asin dipasaran (sebagai pengawet masa simpan). Selain itu pemerintah juga melarang penggunaan bahan tersebut dalam makanan karena berdampak buruk pada kesehatan (Wahyuni et al., 2024). Menurut Nevrianto (1991) juga menyatakan bahwa jika mengonsumsi boraks yang berlebihan dapat mengganggu kesehatan dan mengakibatkan efek pada susunan syaraf pusat, ginjal dan hati. Pada pengujian toksisitas boraks juga ditemukan bahwa dapat mengakibatkan kematian pada dosis fatal untuk dewasa 15-20 gram dan untuk anak-anak 3-6 gram. (Utami & Santi, 2017).

Efek negatif penggunaan boraks secara terus-menerus atau bahkan mengonsumsi boraks dalam jumlah besar dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan yang lebih serius, seperti penyakit kanker. Penggunaan boraks pada makanan yang saat ini beredar di masyarakat menunjukkan bahwa masyarakat kurang menyadari bahwa pentingnya menciptakan lingkungan yang aman untuk keamanan pangan (Willian et al., 2019).

Larangan penggunaan boraks pada makanan juga diperkuat dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor: 033/MenKes/Per/XI/2012 tentang Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang mengatur bahwa natrium tetraborat yang lebih dikenal boraks termasuk bahan yang berbahaya dan beracun sehingga tergolong bahan tambahan pangan yang dilarang dalam pembuatan makanan (Permenkes., 2012). Akan tetapi penggunaan boraks masih banyak digunakan sebagai pengawet pada makanan dalam berbagai bentuk olahan makanan, seperti salah satu contoh olahan makanan pada produk otak-otak (Sepriyani, 2020).

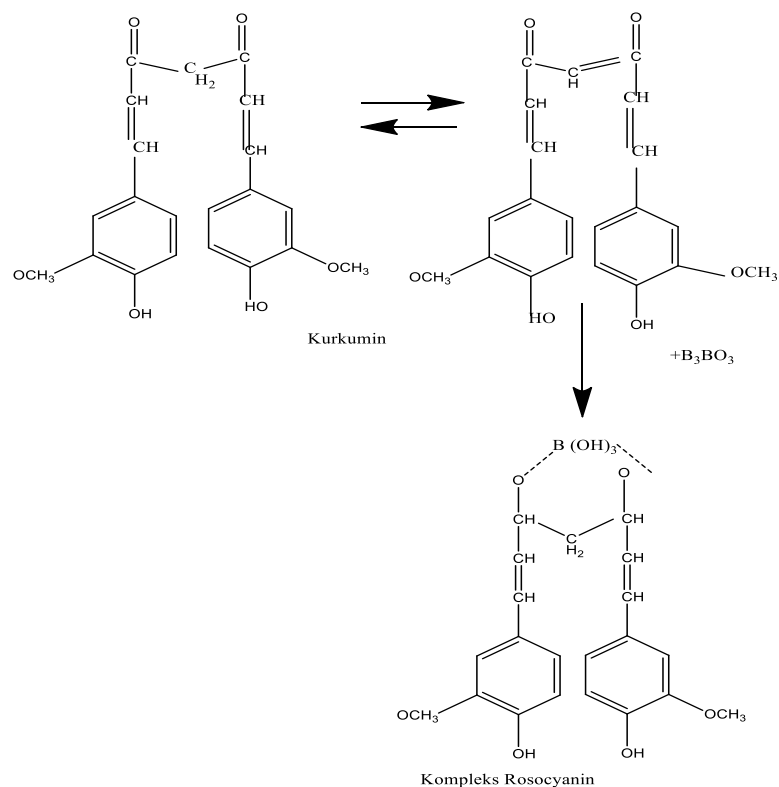
2.8 Analisis Kualitatif Boraks

2.8.1. Uji Kertas Tumerik

Pada pengujian kandungan boraks dengan menggunakan metode uji kertas tumerik yaitu dengan cara sampel (otak-otak) yang akan di uji kandungan boraksnya. Pertama sampel (otak-otak) ditumbuk dan ditambahkan sedikit air sampai sarinya dapat diambil kemudian dimasukan kedalam cawan petri, selanjutnya kertas tumerik dicelupkan kedalam larutan sampel (otak-otak)

(Utami & Santi, 2017). Hasil positif pada uji kertas tumerik apabila warnanya berubah menjadi merah kecoklatan maka otak-otak tersebut mengandung boraks (Juwita et al., 2021).

Berikut adalah Struktur Kurkumin



Gambar 2. 3 Struktur Kurkumin

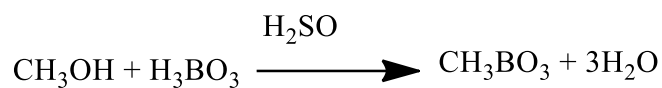
(Juwita et al., 2021).

2.8.2. Uji Nyala Api

Pada pengujian kandungan boraks dengan metode nyala api dilakukan dengan cara pengambilan sampel otak-otak dipotong dan di timbang sebanyak 5 gram kemudian dihaluskan menggunakan mortar lalu dimasukkan kedalam cawan porselin. Kemudian di tambahkan 2-3 tetes asam sulfat pekat yang berfungsi katalisator dan

5-6 tetes metanol yang berfungsi sebagai zat yang akan bereaksi dengan boraks selanjutnya dilakukan pembakaran pada sampel otak-otak (Melani, 2019). Hasil positif pada uji nyala api bila timbul nyala api berwarna hijau yang disebabkan oleh terbentuknya metil borat atau etil borat (Efrilia et al., 2016).

Reaksi yang terjadi sebagai berikut (Melani, 2019)



Gambar 2. 4 Reaksi Uji Nyala Api

2.9 Analisis Kuantitatif Boraks

Beberapa macam metode analisis kuantitatif yang dapat digunakan untuk analisis kandungan boraks salah satunya yaitu dengan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. Metode spektrofotometri UV-Vis merupakan suatu metode analisis boraks menggunakan alat spektrofotometer yang dilakukan dengan beberapa tahapan. Adapun untuk tahapan analisis boraks menggunakan spektrofotometri UV-Vis yaitu dengan cara pembuatan larutan baku standar natrium tetraborat, penentuan panjang gelombang maksimum, pembuatan kurva baku standar dan yang terakhir dilakukan penetapan boraks pada sampel dengan menggunakan alat spektrofotometri UV-Vis (Juwita et al., 2021).

2.10 Spektrofotometri UV-Vis

2.10.1 Definisi Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi (Adi, 2015).



Gambar 2. 5 Alat Spektrofotometri UV-Vis

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2025).

Spektrofotometri UV-Vis biasanya digunakan untuk molekul dan ion anorganik atau kompleks didalam larutan. Spektrum ini sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa di tentukan dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan Hukum *Lambert-Beer*. Sinar ultraviolet berada pada panjang gelombang 200-400 nm, sedangkan sinar tampak berada pada panjang gelombang 400-800 nm (Adi, 2015).

Absorbansi sinar oleh larutan mengikuti Hukum Lambert-Beer yang berbunyi, “jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet,

inframerah dan sebagainya) yang diserap atau transmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan” (Gusnedi, 2013). Berdasarkan Hukum Lambert-Beer, rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya cahaya yang hamburkan (Putri et al., 2019).

$$A=a \times b \times c$$

Keterangan:

A= absorbansi (serapan)

a = Absorbansi molar ($M^{-1}cm^{-1}$)

b = tebal kuvet (cm)

c = Konsentrasi (M)

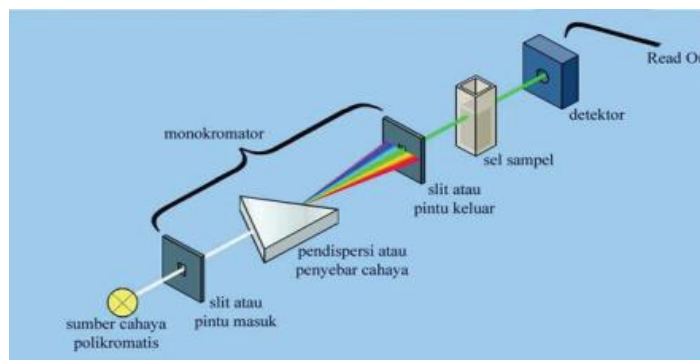
2.10.2 Prinsip Spektrofotometri UV-Vis

Prinsip Spektrofotometri adalah berdasarkan absorbansi cahaya pada panjang gelombang tertentu melalui suatu larutan yang mengandung kontaminan yang akan ditentukan konsentrasinya. Proses ini disebut “absorbansi spektrofotometri”, dan jika panjang gelombang yang digunakan adalah gelombang cahaya tampak, maka disebut sebagai kolorimeter. Spektrofotometri juga menggunakan panjang gelombang pada gelombang ultraviolet dan intramerah. Prinsip kerja dari metode ini adalah jumlah cahaya yang diabsorbansi oleh larutan sebanding dengan konsentrasi kontaminan dalam larutan. Spektrofotometri serapan atom pada alat ini umumnya digunakan untuk analisis logam sedangkan untuk non

logam jarang sekali digunakan, mengingat unsur non logam dapat terionisasi dengan adanya kalor, sehingga setelah dipanaskan akan sukar didapat unsur yang terionisasi (Abriyani, 2022).

2.10.3 Komponen Spektrofotometri UV-Vis

Berikut adalah gambar skema spektrofotometri uv-vis



Gambar 2. 6 Skema Spektrofotometri UV-Vis

(Suhartati, 2017).

Sumber sinar polikromatis, untuk sinar UV adalah lampu deuterium, sedangkan sinar visibel atau sinar tampak adalah lampu wolfram. Monokromator pada spektrometer UV-Vis digunakan lensa prisma dan filter optik. Sel sampel berupa kuvet yang terbuat dari kuarsa atau gelas dengan lebar yang bervariasi. Detektor berupa detektor foto atau detektor panas atau detektor dioda foto, berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik (Suhartati, 2017).

2.10.4 Tipe Instrumen Spektrofotometri UV-Vis

Tipe instrumen spektrofotometri dibagi menjadi dua macam yaitu spektrofotometri *single-beam* dan spektrofotometri *double-*

beam. Penggunaan spektrofotometri *single-beam* dapat digunakan untuk kuantitatif dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang tunggal. *Single-beam* instrumen mempunyai beberapa keuntungan yaitu sederhana, harganya murah, dan mengurangi biaya yang ada merupakan keuntungan yang nyata. Beberapa instrumen menghasilkan *single-beam* instrumen untuk mengukur sinar ultraviolet dan sinar tampak. Panjang gelombang paling rendah adalah 190-210 nm dan paling tinggi adalah 800-1000 nm (Suhartati, 2017)

Kemudian untuk spektrofotometri *double-beam* instrumen adalah mempunyai dua sinar yang dibentuk oleh potongan cermin yang berbentuk V yang disebut pemecahan sinar. Sinar pertama melewati larutan blanko dan sinar kedua secara serentak melewati sampel. *Double-beam* dibuat untuk digunakan pada panjang gelombang 190-750 nm (Suhartati, 2017).

2.10.5 Penentuan Panjang Gelombang Maksimal

Pada analisis kuantitatif, hal pertama yang dilakukan adalah penentuan panjang gelombang maksimum (λ maks) dilakukan sebagai berikut:

1. Membuat kurva hubungan antara absorbansi dan panjang gelombang dari larutan standar dengan pajang gelombang 400-800

2. Pengukuran dilakukan pada rentang 400-800 nm karena pada panjang gelombang maksimum, maka kepekaannya juga maksimum, selain itu juga disekitar panjang gelombang akan terbentuk kurva absorbansi yang datar dan pada kondisi tersebut Hukum *Lambert-Beer* akan terpenuhi (Yuniarto et al., 2019).

2.10.6 Analisa Secara Spektrofotometri UV-Vis

Menurut (Alfiyani Reni, 2017), ada beberapa hal yang harus diperhatikan dalam analisis secara spektrofotometri UV-Vis diantaranya:

1. Pembentukan molekul yang dapat menyerap sinar UV-Vis, hal ini tersebut perlu dilakukan apabila senyawa yang analisis tidak menyerap pada daerah tersebut, cara yang digunakan adalah dengan merubah menjadi senyawa lain atau direaksikan dengan pereaksi tertentu.
2. Waktu operasional (*operasi time*), cara tersebut dapat digunakan untuk mengukur hasil reaksi atau pembentukan warna, dengan tujuan dapat mengetahui waktu pengukuran yang stabil.
3. Pemilihan panjang gelombang, dimana panjang gelombang yang digunakan untuk analisis kuantitatif adalah panjang gelombang yang mempunyai absorbansi maksimal, untuk memilih panjang gelombang maksimal, dapat dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara absorbansi dengan panjang gelombang dari suatu larutan baku pada konsentrasi tertentu.

4. Pembuatan kurva baku, dapat dibuat larutan seri baku dari zat yang akan dianalisis dengan berbagai konsentrasi, masing-masing absorbansi larutan dengan berbagai konsentrasi diukur yang kemudian dibuat kurva yang merupakan hubungan antara absorbansi (y) dengan konsentrasi (x).
5. Pembacaan absorbansi sampel, absorbansi yang dapat terbaca pada spektrofotometer antara 0,2 sampai 0,8 atau 15% sampai 70% jika dibaca sebagai transmitasi. Anjuran tersebut berdasarkan anggapan bahwa kesalahan dalam pembacaan T adalah 0,005 atau 0,5% (kesalahan fotometri).

2.10.7 Validasi metode

Validasi metode adalah suatu penilaian terhadap parameter tertentu berdasarkan percobaan laboratorium untuk menunjukkan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan penggunaannya. Validasi metode meliputi uji linieritas, uji LOD dan LOQ sebagai berikut:

1. Uji linieritas

Uji linieritas yaitu dilakukan dengan menguji larutan seri yang sudah dibuat kemudian dimasukkan kedalam spektrofotometri UV-Vis dengan panjang gelombang maksimum yang sudah didapat. Selanjutnya dibuat kurva konsentrasi dengan absorbansi, dan menghitung persamaan garis linier dengan rumus $y = bx + a$. dikatakan linier yang baik jika nilai r mendekati 1 (Sungkawa & Ladika, 2019).

2. Uji LOD dan LOQ

LOD yaitu sebagai konsentrasi analit terendah dalam kuantitasi. LOD merupakan batas uji yang secara spesifik menyatakan apakah analit di atas atau di bawah nilai tertentu. LOQ merupakan parameter pada analisis renik dan diartikan sebagai kuantitas terkecil analit dalam sampel yang masih dapat memenuhi kriteria cermat dan seksama. Pada analisis instrumen batas deteksi dapat dihitung dengan mengukur respon blanko beberapa kali lalu dihitung simpangan baku respon blanko dan formula (Azas, 2013).

2.11 Landasan Teori

Boraks (natrium tetraborat) merupakan zat kimia yang berbentuk kristal berwarna putih, tidak berbau dan stabil pada kondisi kamar. Boraks juga masih digunakan sebagai antiseptik dan desinfektan, namun paling banyak digunakan untuk pengawet pada kosmetik, serta antijamur dan pengawet pada kayu, tetapi tidak digunakan untuk bahan pangan (Suharyani et al., 2021). Penggunaan boraks sebagai bahan tambahan pada makanan dapat berakibat buruk pada tubuh maka dari itu penggunaan boraks yang berlebihan tidak baik untuk kesehatan. Dimana sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan (Aryani & Widyantara, 2018), mengenai analisis kandungan boraks pada makanan olahan yang dipasarkan di sekitar Universitas Aisyiyah Yogyakarta dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari 20 sampel yang diambil secara acak, terdapat 1 sampel makanan olahan yang mengandung boraks baik dari uji kualitatif

maupun kuantitatif dengan diperoleh kadar boraks pada sampel sebesar 3,82ppm (mg/L).

Selanjutnya pada penelitian (Sari et al., 2020), mengenai uji kandungan boraks pada bakso di Kecamatan Muara Bangkahulu Kota Bengkulu dengan menggunakan larutan berupa kurkumin 0,5%, untuk pengambilan sampel diambil secara *purposive sampling* dan sampel yang diambil sebanyak 20 sampel yang diuji. Dengan hasil yang didapatkan terdapat 5 sampel dinyatakan positif mengandung boraks dan didapat nilai prevalensi sampel 18,51% dan nilai insidensi sampel 25%.

Kemudian pada penelitian yang telah dilakukan (Bolo, 2023) juga menjelaskan mengenai penyalahgunaan boraks dan formalin pada makanan bakso, kerupuk, mie, dan empek-empek sebagai pengental dan pengawet. Pada penelitian menggunakan 10 sampel bakso yang terdapat di Kelurahan Mojosongo Kota Surakarta. Metode pada penelitian ini juga menggunakan kurkumin cair dan pengujian secara kuantitatif menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Adapun hasil yang didapat pada penelitian ini adalah 4 dari 10 sampel mengandung boraks dengan kadar 28,234 $\mu\text{g/g}$; 3,318 $\mu\text{g/g}$; 1,322 $\mu\text{g/g}$ dan 2,156 $\mu\text{g/g}$.

2.12 Hipotesis

H0 = Tidak terdapat kandungan boraks pada otak-otak beku yang beredar di Kabupaten Tegal

H1 = Terdapat kandungan boraks pada otak-otak beku yang beredar di Kabupaten Tegal.