

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bahan Tambahan Pangan (BTP)**

Bahan Tambahan Pangan atau BTP menurut Peraturan BPOM Nomor 22 Tahun 2023 adalah bahan yang ditambahkan ke dalam pangan sehingga dapat mempengaruhi sifat atau bentuk pangan. BTP merupakan bahan tambahan yang mempunyai nilai gizi atau tidak yang ditambahkan ke dalam pangan dan bukan bahan utama atau bahan khas dari pangan tersebut. Tujuan penambahan BTP adalah sebagai bahan yang dapat mempertahankan nilai gizi dan kualitas pangan, mempermudah penyajian pangan dan mempermudah preparasi bahan pangan (Cahyadi, 2023).

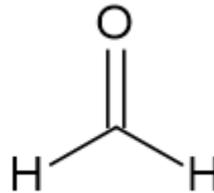
Secara umum BTP dibagi menjadi dua golongan besar yaitu BTP yang ditambahkan dengan sengaja dan yang ditambahkan secara tidak sengaja. BTP yang ditambahkan secara sengaja biasanya ditujukan untuk mempertahankan cita rasa, kesegaran, dan membantu pengolahan, contohnya seperti pengawet, pemanis, dan pewarna. Sedangkan BTP yang tidak sengaja ditambahkan merupakan bahan yang terdapat pada pangan dalam jumlah sedikit ataupun banyak akibat perlakuan pada saat proses produksi, pengolahan, dan pengemasan. Selain itu, BTP yang tidak sengaja ditambahkan dapat berupa residu atau kontaminan dari proses pengolahan bahan baku atau bahan mentah yang terbawa sampai pangan yang dikonsumsi. BTP yang tidak sengaja ditambahkan dapat berupa residu pestisida, dan antibiotik (Cahyadi, 2023).

Dalam Peraturan BPOM Nomor 11 Tahun 2019 dijelaskan jenis-jenis BTP meliputi antibuih, antikempal, antioksidan, bahan pengkarbonasi, garam pengemulsi, gas untuk kemasan, humektan, pelapis, pemanis, pembawa, pembentuk gel, pembuih, pengatur keasaman, pengawet, pengembang, pengemulsi, pengental, penguat rasa, peningkat volume, penstabil, peretensi warna, perisa, perlakuan tepung, pewarna, propelan, dan sekuestran. Diantara banyaknya bahan yang dapat digunakan sebagai BTP, terdapat bahan-bahan tertentu yang dibatasi atau bahkan dilarang pemakaiannya sebagai BTP. Seperti pada BTP jenis pengawet

terdapat bahan yang dilarang digunakan sebagai pengawet, contohnya formalin. Ketentuan ini ditetapkan berdasarkan dampaknya bagi kesehatan manusia.

## 2.2 Formalin

Formalin atau formaldehida merupakan suatu senyawa yang mengandung gugus fungsi aldehida dengan rumus kimia  $\text{CH}_2\text{O}$ . Formalin pertama kali disintesis oleh Alexander Butlerov pada 1859 dan diidentifikasi pertama kali oleh Hoffman pada tahun 1867. Formalin atau formaldehida dihasilkan dari pembakaran bahan dengan kandungan karbon (Tangdionga et al., 2015). Berikut merupakan struktur formalin.



Gambar 2. 1 Struktur formalin (Wulandari & Nuraini, 2020).

Formalin merupakan larutan formaldehid 35-40% dalam air. Formalin memiliki titik beku pada suhu kurang dari  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan titik didih pada  $93\text{-}96\text{ }^{\circ}\text{C}$ , berat molekul formalin adalah  $30,03\text{ g/mol}$  serta formalin bersifat asam dengan pH pada rentang  $2,8\text{-}4,0$  (MSDS Formaldehyde, 2021). Formalin merupakan senyawa yang reaktif dan bersifat reduktor kuat. Formalin dapat larut dalam air, benzena, dietil eter, aseton, etanol, dan kloroform (Wulandari & Nuraini, 2020).

Formalin memiliki bau yang sangat tajam, tidak berwarna, dan mudah terbakar. Bentuk fisik formalin dapat berupa larutan, gas, dan padatan. Dalam bentuk larutan, formalin berupa cairan jernih atau tidak berwarna dengan bau menyengat, dan jika disimpan di bawah suhu  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  akan berubah menjadi keruh. formalin dapat berada di udara bebas dalam bentuk gas, tetapi gas formalin tersebut dapat larut dalam air (Tangdionga et al., 2015). Formalin dalam bentuk padatan disebut paraformaldehid atau trioksan (Armayanti, 2020).

Formalin bersifat antiseptik dan desinfektan sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Formalin bereaksi dengan protein yang

ada pada bakteri dan membuat bakteri dehidrasi sehingga sel bakteri tersebut akan mati dan membentuk lapisan baru di atasnya (Jannah et al., 2014). Berdasarkan fungsinya tersebut banyak pelaku industri pangan yang menggunakan formalin sebagai bahan pengawet pangan. Tetapi menurut Peraturan BPOM Nomor 22 Tahun 2023 tentang Bahan Tambah Pangan yang dilarang, formalin (formaldehid) dilarang digunakan pada pangan.

Pelarangan formalin sebagai bahan tambahan pangan disebabkan karena formalin merupakan senyawa beracun dan bersifat karsinogenik sehingga berisiko menyebabkan kanker. (Manoppo, 2014). Formalin dapat dengan mudah masuk ke dalam tubuh melalui kulit, tertelan melalui mulut, dan terhirup oleh hidung. Berat molekulnya yang kecil membuat formalin dapat dengan mudah terserap ke dalam sel tubuh manusia (Wulandari & Nuraini, 2020). Efek dari terserapnya formalin ke dalam tubuh antara lain rasa terbakar pada perut, muntah-muntah, rasa terbakar pada tenggorokan, batuk-batuk, radang selaput lendir, sakit kepala, kejang, bahkan dapat menimbulkan koma (Wulandari & Nuraini, 2020).

## **2.3 Ubi Jalar Ungu**

### **2.3.1 Klasifikasi ubi jalar ungu**

Ubi jalar ungu adalah salah satu bahan pangan yang tersedia di alam. Tanaman dengan nama latin *Ipomoea batatas* L. ini termasuk jenis umbi-umbian dari famili *Convolvulaceae*. Ubi jalar ungu memiliki klasifikasi sebagai berikut.

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Subdivisi : Angiospermae  
Kelas : Dicotyledoneae  
Ordo : Convolvulales  
Famili : *Convolvulaceae*  
Genus : *Ipomoea*  
Spesies : *Ipomoea batatas* L. Poir  
(Noviati et al., 2023)



Gambar 2. 2 Ubi jalar ungu (Fatimatuzahro et al., 2019)

### 2.3.2 Morfologi ubi jalar ungu

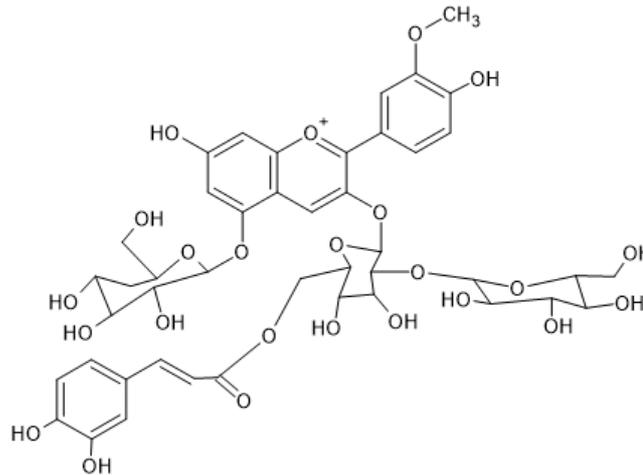
Ubi jalar ungu diperkirakan berasal dari Amerika dan masuk ke Indonesia pada abad ke-18 (Karuniawan et al., 2020). Ubi jalar ungu merupakan tanaman yang mudah dibudidayakan. Tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di daerah beriklim tropis dengan curah hujan optimal 50-1500 mm/tahun pada ketinggian 200-1000 meter dpl (Aminah et al., 2021).

Ubi jalar yang memiliki warna daging ungu ini terdiri dari 2 bagian utama, yaitu bagian brangkasan (shoots) dan bagian yang ada di dalam tanah. Bagian brangkasan meliputi batang utama dan cabangnya yang menyulur, serta bagian daun. Buah ubi jalar ungu berada di bagian dalam tanah. Ubi jalar ungu asalnya adalah akar tunggang yang membengkak karena menyimpan hasil fotosintesis. Bentuk ubi jalar ungu berbeda-beda tergantung pada jenis kultivar, tipe tanah dan faktor lainnya. Ubi jalar ungu dapat berbentuk elips, obovate, elips telur, oblong, oblong panjang, panjang berlekuk, dan eliptis panjang. (Karuniawan et al., 2020).

### 2.3.3 Kandungan ubi jalar ungu

Sebagai salah satu komoditas pangan yang besar, ubi jalar ungu memiliki kandungan gizi yang cukup banyak. Ubi jalar ungu memiliki kandungan protein, lemak, karbohidrat, air, serat kasar, kadar gula,  $\beta$ -karoten, dan antosianin (Samber et al., 2013b). Kandungan gizi ubi jalar ungu memberikan manfaat kesehatan tubuh, seperti sebagai antioksidan, hepatoprotektif, antihipertensi, antimutagenik, dan antihiperlipidemik (Tuhumury et al., 2022).

Warna ungu pada ubi jalar ungu disebabkan oleh pigmen yang ada di dalamnya. Pigmen tersebut adalah senyawa antosianin dari kelompok flavonoid. Senyawa antosianin yang ada pada ubi jalar ungu adalah peonidin-3-(6''-kaffeol)-sophorosida-5-glukosida (Suda et al., 2003). Berikut adalah struktur antosianin yang terdapat pada ubi jalar ungu.



Gambar 2. 3 Struktur peonidin-3-(6''-kaffeol)-sophorosida-5-glukosida (Suda et al., 2003)

Antosianin di dalam ubi jalar ungu dapat diekstraksi dengan cara maserasi, seperti yang dilakukan oleh Kusuma et al., (2021). Ekstraksi antosianin di ubi jalar ungu dilakukan langsung tanpa perlakuan sebelumnya, seperti *blanching* atau pengeringan dengan oven untuk menghindari kerusakan antosianin jika terkena suhu panas di atas 60 °C.

#### 2.4 *Strip Test*

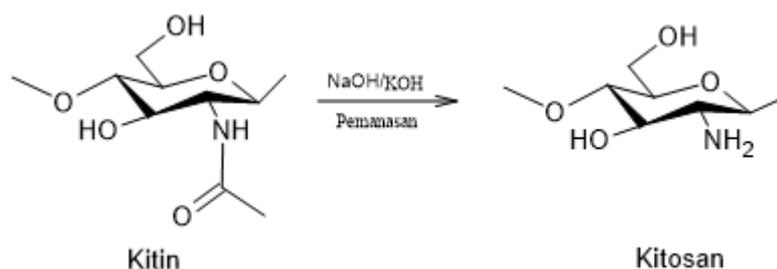
*Strip test* merupakan metode yang dapat digunakan sebagai alat skrining atau identifikasi sederhana (Sentat & Prasetyo, 2020). *Strip test* adalah salah satu metode alternatif pengganti metode standar yang telah ada. Metode standar biasanya membutuhkan biaya yang mahal, pelarut dalam jumlah banyak, preparasi sampel yang rumit sehingga memerlukan banyak waktu, tidak bisa digunakan secara langsung di lapangan, serta membutuhkan individu yang terlatih (Liu et al., 2014). Oleh karena itu dikembangkan *strip test* yang memerlukan biaya yang lebih murah, cepat, analisis dapat dilakukan langsung di lapangan, serta dapat mengurangi

dampak buruk bagi lingkungan karena *strip test* terbuat dari bahan yang dapat diurai secara biologis oleh alam.

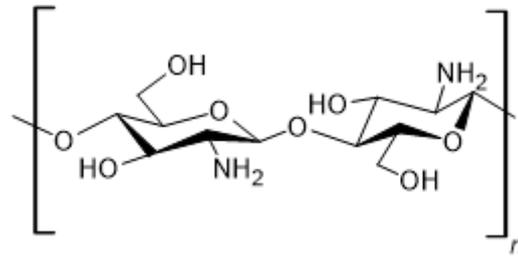
*Strip test* terdiri dari membran dan reagen yang diimobilisasi. Membran adalah tempat reagen diimobilisasi dan tempat terjadinya reaksi ketika pengujian berlangsung. Membran biasanya dibuat dari polimer yang mempunyai lapisan berpori dan digunakan penyangga atau tempat imobilisasi (Fajri & Kristanty, 2022). Reagen adalah senyawa atau zat yang dapat mendeteksi analit yang diuji atau diidentifikasi. Reagen tersebut akan memberikan perubahan warna ketika bereaksi secara spesifik dengan analit di dalam sampel (Sentat & Prasetyo, 2020).

## 2.5 Kitosan

Kitosan merupakan biopolimer yang diturunkan dari kitin (Agustina et al., 2015). Kitin berasal dari hewan golongan *Crustacea* seperti kepiting dan udang, jamur, serangga, dan beberapa spesies alga (Hossain & Iqbal, 2014). Kitosan diperoleh dari proses deprotonasi, demineralisasi, dan deasetilasi kitin. Deprotonasi merupakan proses penghilangan protein dalam kitin menggunakan larutan basa, sedangkan demineralisasi adalah proses penghilangan mineral pada kitin menggunakan larutan asam (Kurniasih & Kartika, 2011). Selanjutnya kitin dideasetilasi dengan pemanasan di dalam larutan basa kuat dengan konsentrasi tinggi. Proses deasetilasi membuat gugus asetamida (-NHCOCH<sub>3</sub>) pada kitin berubah menjadi gugus amina (-NH<sub>2</sub>). Pada proses deasetilasi terjadi pemutusan ikatan kovalen antara nitrogen dengan gugus asetil pada gugus asetamida kitin dan membentuk gugus amina (Azhar et al., 2010).



Gambar 2. 4 Penghilangan gugus asetil pada gugus asetamida (Azhar et al., 2010)



Gambar 2. 5 Struktur kitosan (Hardani et al., 2021)

Kitosan yang berasal dari kitin mempunyai rumus kimia [ $\beta$ -(1-4)-2-amina-2-deoksi-D-glukosa] (Agustina et al., 2015). Kitosan tersusun oleh kopolimer dari glukosamin dan N-asetilglukosamin (Kurniasih & Kartika, 2011). Kitosan memiliki rumus molekul  $(C_6H_{11}NO_4)_n$ . Kitosan berbentuk padatan amorf yang berwarna putih kekuningan (Aji & Meriatna, 2017).

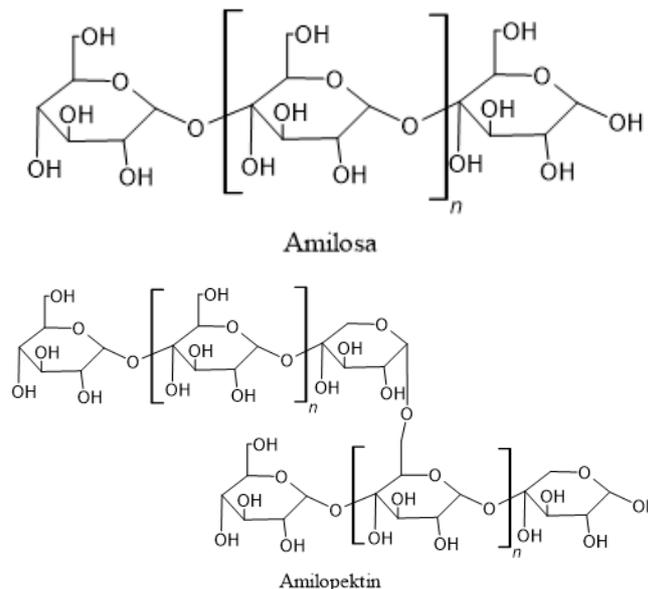
Sifat-sifat kitosan ditentukan oleh derajat deasetilasi dan gugus fungsi yang ada pada kitosan. Derajat deasetilasi adalah jumlah gugus asetil yang hilang pada gugus asetamida kitin. Kelarutan kitosan dipengaruhi oleh derajat deasetilasi dan bobot molekulnya. Kitosan tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl dan HNO<sub>3</sub>, tidak larut dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kitosan larut dengan baik pada asam asetat, asam sitrat, dan asam formiat (Aji & Meriatna, 2017), kitosan aktif pada pH 4-6,5 karena gugus amina mengalami protonasi menjadi gugus amida (Dompeipen et al., 2016). Gugus fungsi amina, gugus hidroksi primer dan gugus hidroksi sekunder membuat kitosan memiliki kereaktifan kimia yang tinggi sehingga dapat berinteraksi dengan zat-zat organik. Selain itu dengan kereaktifan yang tinggi dapat membuat kitosan menjadi polielektrolit kation yang berfungsi sebagai penukar ion.

Kitosan tidak toksik, dapat terbiodegradasi, biokompatibilitas, dan dapat dimodifikasi secara fisika dan kimia sehingga dapat dimanfaatkan dalam industri kosmetik, industri makanan, biokimia, bioteknologi, dan industri kertas. Selain itu kitosan dapat digunakan sebagai membran karena dapat menjadi adsorben pada saat pengikatan zat-zat organik maupun anorganik oleh kitosan. Sifat kitosan yang hidrofobik atau tidak larut dalam air membuat membran tidak akan terlepas dari matrik ke dalam sampel atau larutan (Safitri et al., 2021).

## 2.6 Pati Jagung

Komponen utama jagung adalah pati, kandungan pati di dalam jagung mencapai 72-73% dari total berat. Pati merupakan karbohidrat cadangan yang tersimpan di dalam batang, buah, dan biji tanaman. Pati di tumbuhan jagung diperoleh dari ekstraksi biji jagung, yaitu dengan memisahkan pati dari komponen lainnya di dalam jagung. Pati jagung berbentuk serbuk amorf lunak dengan warna putih dan tidak memiliki rasa manis (Sakinah, 2018).

Pati termasuk polisakarida yang tersusun dari monosakarida, yaitu glukosa. Glukosa berikatan dengan ikatan  $\alpha$  (1,4)-glikosidik, sehingga 2 molekul glukosa yang sama akan berikatan kovalen. Pati tersusun dari polimer glukosa yaitu amilopektin yang mempunyai struktur bercabang dan amilosa yang mempunyai struktur lurus. Pati memiliki sifat hidrofilik (Budiman et al., 2018), hal ini disebabkan oleh banyaknya gugus hidroksil yang ada pada glukosa penyusun pati.



Gambar 2. 6 Struktur pati (Muharam et al., 2022)

Pati merupakan senyawa yang dapat terbiodegradasi dan tidak toksik, sehingga sering dimanfaatkan seperti dijadikan sebuah membran. Membran yang terbuat pati memiliki kekurangan karena pati merupakan hidrofilik sehingga membran yang tersusun dari pati memiliki elastisitas yang rendah

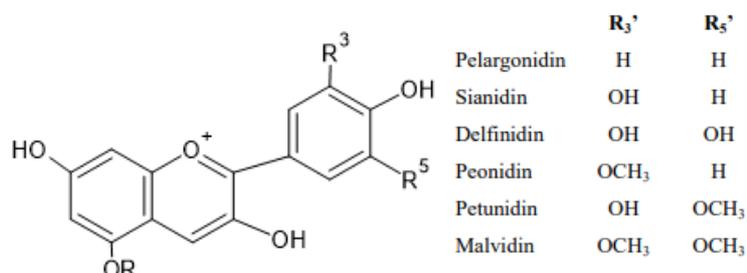
sehingga perlu ditambahkan bahan lain dalam pembuatannya seperti kitosan dan gliserol (Budiman et al., 2018).

## 2.7 Antosianin

Antosianin merupakan salah satu senyawa golongan flavonoid yang ada pada tumbuhan. Pada tumbuhan antosianin bertanggung jawab pada pigmen yang memberi warna khas seperti biru, merah, ungu, dan oren pada bunga, buah, biji, sayur, dan umbi-umbian. Antosianin disimpan di dalam vakuola tumbuhan. Antosianin sering dimanfaatkan sebagai pigmen alami, selain itu antosianin memiliki aktivitas antioksidan, antimikroba, dan anti inflamasi (de Oliveira Filho et al., 2021).

Antosianin tersusun oleh atom C sebanyak 15 dengan karakteristik kerangka karbon  $C_6C_3C_6$  yang tersusun pada struktur dasar antosianin berupa 2-fenil-benzoforolium dari garam flavilium. Antosianin yang ditemukan di tumbuhan merupakan antosianin dalam bentuk glikosida, turunan dari antosianidin dengan penambahan gugus gula. Setiap tumbuhan memiliki senyawa antosianin yang berbeda-beda tergantung pada ikatan antara gugus  $R_3'$  dan  $R_5'$  dengan cincin aromatik antosianin (Priska et al., 2018). Sampai saat ini ada sekitar 635 antosianin yang dapat diidentifikasi di dalam tumbuhan (de Oliveira Filho et al., 2021).

Antosianin yang ditemukan di dalam tumbuhan meliputi golongan sianidin, peonidin, petunidin, malvidin, pelargonidin, dan delphinidin. Setiap golongan memiliki struktur yang berbeda dan memberikan warna yang berbeda juga. Berikut merupakan struktur antosianin beserta gugus substitusi  $R_3'$  dan  $R_5'$ .



Gambar 2. 7 struktur antosianin beserta gugus substitusi  $R_3'$  dan  $R_5'$  (Priska et al., 2018)

Antosianin merupakan senyawa polar yang kestabilannya dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti suhu, cahaya, oksigen, gula, dan pH (Samber et al., 2013).

1. Suhu

Struktur antosianin dapat rusak jika terkena panas, oleh karena itu suhu pengolahan antosianin tidak boleh melebihi 60 °C.

2. Cahaya

Antosianin dapat mengalami degradasi apabila terkena cahaya, sehingga antosianin harus disimpan di ruang yang gelap.

3. Oksigen

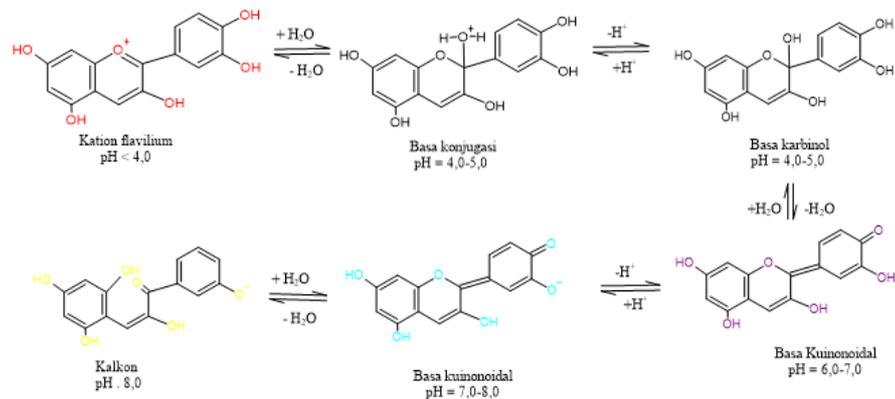
Oksigen dapat mempercepat kerusakan antosianin.

4. Gula

Peningkatan kadar gula menyebabkan pigmen antosianin berkurang dan rusak (Nasrullah et al., 2020).

5. pH

pH yang berbeda dapat mempengaruhi struktur dari antosianin yang kemudian dapat mengubah warna dari antosianin. Antosianin memiliki warna yang spesifik pada pH asam, netral, dan basa. Struktur dasar antosianin dapat menjadi kation flavilium akibat adanya protonasi dari senyawa yang memiliki pH asam, sehingga unsur O pada gugus fenolik menjadi bermuatan positif. Pada pH kurang dari 4 antosianin berbentuk kation flavilium yang berwarna merah dan mengalami deprotonasi dan hidrasi pada pH 4-5 menjadi berbentuk basa karbinol. Kemudian mengalami dehidrasi pada pH 6-7 membentuk basa kuinonoidal yang berwarna ungu dan mengalami deprotonasi pada pH 7-8 menjadi berwarna biru. Selanjutnya antosianin dapat menjadi senyawa kalkon pada pH di atas 8 karena mengalami hidrasi dari bentuk basa kuinonoidal dan memiliki warna kuning (de Oliveira Filho et al., 2021).



Gambar 2. 8 Perubahan struktur dan warna antosianin berdasarkan pH (de Oliveira Filho et al., 2021)

## 2.8 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan atau senyawa dari campurannya menggunakan pelarut yang sesuai. Terdapat banyak jenis metode ekstraksi. Pemilihan metode ekstraksi didasarkan pada sifat bahan atau senyawa yang akan diekstraksi (Tetti, 2014). Ekstraksi dibagi menjadi dua jenis yaitu ekstraksi panas dan ekstraksi dingin.

### 2.8.1 Ekstraksi panas

Ekstraksi panas merupakan ekstraksi yang menggunakan pemanasan di dalam prosesnya. Ekstraksi dengan pemanasan dapat mempercepat proses ekstraksi, hal ini disebabkan oleh kenaikan suhu yang mempengaruhi massa jenis senyawa dan berpengaruh pada kelarutan senyawa tersebut. Suhu yang semakin tinggi akan mempercepat perpindahan massa dan meningkatkan hasil ekstraksi (Safitri et al., 2018). Tetapi, ekstraksi panas tidak dapat digunakan pada bahan atau senyawa yang tidak tahan panas atau bersifat volatil. Contoh ekstraksi panas adalah refluks, soklet, digesti, infusa, dan dekokta (Yuliarni et al., 2022).

### 2.8.2 Ekstraksi dingin

Ekstraksi dingin merupakan ekstraksi yang dalam prosesnya tidak memerlukan pemanasan. Ekstraksi dingin cocok digunakan untuk ekstraksi senyawa atau bahan yang tidak tahan panas atau senyawa yang bersifat volatil dan termolabil. Contoh ekstraksi dingin adalah maserasi dan perkolasi (Yuliarni et al., 2022).

Maserasi merupakan ekstraksi sederhana dengan merendam bahan menggunakan pelarut yang sesuai di dalam wadah inert tertutup rapat pada suhu kamar. Maserasi dapat dilakukan pada jumlah sampel kecil maupun besar. Perendaman bahan akan membuat dinding sel dan membran sel terpecah diakibatkan oleh perbedaan tekanan bagian dalam dan luar sel sehingga metabolit sekunder di dalam sitoplasma akan pecah dan terlarut ke dalam pelarut organik yang dilakukan (Yuliarni et al., 2022).

Keunggulan ekstraksi maserasi adalah zat aktif tidak akan rusak ketika diekstraksi karena tidak ada pemanasan, serta dapat digunakan pada jumlah sampel skala kecil maupun besar. Kerugian maserasi adalah pelarut yang digunakan sangat banyak sehingga membuat beberapa senyawa bisa hilang. Selain itu maserasi membutuhkan waktu yang sangat lama dan tidak semua senyawa bisa diekstraksi pada suhu kamar (Mukhriani, 2014).

## **2.9 Uji Waktu Respon**

Uji waktu respon merupakan uji yang dilakukan untuk melihat lama waktu yang dibutuhkan *strip test* untuk menunjukkan hasil. Pada uji waktu respon *strip test* dikontakkan dengan sampel yang mengandung analit dan ditunggu sampai terjadi perubahan warna atau menunjukkan hasil.

## **2.10 Karakterisasi Gugus Fungsi Membran Menggunakan FTIR**

Karakterisasi gugus fungsi merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi di dalam suatu membran ataupun melihat interaksi dan mekanisme antar suatu senyawa. Karakterisasi gugus fungsi dapat dilakukan dengan metode spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

FTIR menggunakan spektroskopi infra merah untuk mengidentifikasi gugus fungsi suatu senyawa dengan berdasarkan interaksi antara energi dan materi. Sinar infra merah dengan frekuensi  $400-4000\text{ cm}^{-1}$  akan dipancarkan ke senyawa organik dan beberapa frekuensi tersebut akan diserap oleh senyawa tersebut. Pancaran sinar infra merah akan diteruskan melewati senyawa tersebut dan diukur sebagai presentasi transmisi. Setiap frekuensi sinar memiliki panjang gelombang atau bilangan gelombang tertentu yang menunjukkan suatu ikatan antar atom tertentu

(Frestika et al., 2017). Berikut beberapa contoh bilangan gelombang gugus fungsi (Pavia et al., 2001).

Tabel 2.1 Frekuensi gugus fungsi pada sinar inframerah.

Gugus	Senyawa	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )
C=C	Alkena	1680-1600
C≡C	Alkuna	2250-2100
C=O	Aldehid	1740-1720
C=O	Keton	1725-1705
C=O	Asam karboksilat	1725-1700
C=O	Ester	1750-1730
C-O	Alkohol, eter, ester, asam karboksilat	1300-1000
O-H	Alkohol, fenol	3650-3600
N-H	Amina	3500-3100
C-N	Amina	1350-1000