

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Durian

Durian (*Durio zibethinus* Murr) merupakan salah satu tanaman asli Asia Tenggara yang beriklim tropis basah seperti Indonesia. Sebutan durian diduga berasal dari istilah Melayu yaitu duri yang diberi akhiran -an sehingga menjadi durian. Kata ini terutama dipergunakan untuk menyebut buah yang kulitnya berduri tajam (Pratiwi, 2018).

Tanaman durian memiliki ketinggian antara 15-50 meter, tergantung jenisnya. Kulit batangnya berwarna coklat kemerahan yang mengelupas tidak beraturan. Selain itu, tajuknya rindang dan renggang, bunganya muncul dari batang dan berkelompok. Sistem percabangan durian tumbuh mendatar atau tegak membentuk sudut 30°-40° tergantung varietasnya, cabang yang letaknya dibagian bawah atau pun sebelah atas merupakan tempat melekatkan bunga. Daun durian tersusun secara spiral pada cabang, berbentuk jorong (*ellipticus*) hingga lanset (*lanceolatus*) dengan warna hijau dibagian atas daun, dasar daun runcing (*acutus*) atau tumpul (*optusus*) dengan ujung daun runcing.

Tanaman yang termasuk jenis pohon hutan basah ini memiliki harga jual yang tinggi, karena di negara barat jarang ditemukan tanaman durian, maka dari itu tanaman ini menjadi sangat berharga di Asia Tenggara termasuk Indonesia. Durian hanya berbuah sekali dalam setahun dan mulai berbunga setelah berumur 5-10 tahun.



(Sumber: Sidiq, 2021)

Gambar 2.1 Durian

### 2.1.1 Klasifikasi Tanaman Durian

Klasifikasi tanaman durian dapat diuraikan (Argotek, 2022) :

Kingdom	: Plantae
Sub Kingdom	: Tracheobionta
Super Devisi	: Spermatophyta
Devisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub Kelas	: Dieniidae
Ordo	: Malvales
Famili	: Bombaceae
Genus	: Durio
Spesies	: <i>Durio zibethinus</i> Murr

Adapun morfologi dari tanaman durian menurut (Argotek, 2022) antara lain:

#### 1. Akar

Akar durian merupakan akar banir atau akar papan, yang mana akar ini berbentuk seperti papan-papan yang diletakkan miring untuk memperkokoh berdirinya batang pohon yang tinggi besar.

#### 2. Batang

Batang merupakan bagian tubuh tumbuhan yang amat penting, dan mengingat tempat serta kedudukan batang bagi tubuh tumbuhan. Pada umumnya batang mempunyai sifat yaitu umumnya berbentuk panjang bulat seperti silinder atau dapat pula mempunyai bentuk lain, tumbuhnya biasanya ke atas menuju cahaya atau matahari selalu bertambah panjang diujungnya.

#### 3. Daun

Daun merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai alat fotosintesis. Dalam proses fotosintesis menghasilkan energi yang dapat dimanfaatkan tumbuhan dalam pertumbuhannya. Daun durian umumnya berbentuk bulat memanjang (*oblongus*) dengan bagian ujung meruncing, yang mana letaknya berselang-seling dan pertumbuhannya secara tunggal setelah itu struktur daun agak tebal dengan permukaan daun sebelah atas berwarna hijau mengkilap dan bagian bawah berwarna cokelat atau kuning keemasan.

#### 4. Bunga

Bunga durian tersusun dalam tangkai agak panjang bergerombol. Bunga durian berkelamin sempurna, artinya dalam satu bunga terdapat kelamin betina dan jantan. Setiap kuntum bermahkota 5 helai yang terlepas satu sama lain dan memiliki benang sari 3-12 helai yang berwarna putih atau kuning, yang mana benang sarinya berukuran 3-5 cm dengan putik di ujungnya. Sejak bunga muncul sampai mekar diperlukan waktu sekitar enam minggu. Setiap musim, tanaman durian yang sudah berproduksi dapat menghasilkan bunga 1.000- 100.000 kuntum yang tersusun dalam beberapa dompolan yang muncul dicabang atau ranting. Bunga durian yang mekar pada sore hari dengan bantuan angin atau serangga. Setelah selesai penyerbukan, kelopak bunga akan berguguran menyisakan benang sari dan ovarium, dari ribuan kuntum yang ada tidak semuanya menjadi bakal buah. Hal ini disebabkan adanya perebutan mendapatkan unsur hara.

#### 5. Buah

Buah durian berbentuk bulat, dari bulat panjang sampai tidak beraturan. Tangkai buah berbentuk bulat panjang dan terletak dipangkal buah, yang mana panjangnya bisa mencapai 15 cm. Buah akan matang atau tua sampai dipetik pada usia kurang lebih 4 bulan setelah bunga mekar. Usia kematangan buah ini juga dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari dan ketinggian tempat setelah itu, buah yang sudah matang biasanya mengeluarkan bau yang khas. Kemudian buah ini terdiri atas kulit, daging dan biji. Sesuai dengan namanya, kulit buah memiliki duri, warnanya berwarna hijau sampai coklat kekuningan, tergantung pada tingkat kematangan buah. Daging buah terletak dijuring-juring atau pangsa-pangsa (petak-petak di dalam buah). Dalam juring sedalam sebutir buah durian bervariasi, tergantung pada jenis varietas durian. Daging buah menyeliputi biji yang berwarna putih kekuningan sampai coklat. Jumlah biji dalam satu juring pun tergantung pada jenis dan varietas durian.

#### 6. Biji

Biji durian berbentuk bulat telur, berkeping dua (dikotil), berwarna kekuning-kuningan atau coklat muda. Biji durian merupakan alat perkembangbiakan tanaman secara generatif, terutama untuk batang bawah pada penyambungan.

### 2.1.2 Jenis-jenis Durian

Menurut (Diah, 2016), menyatakan ada 10 jenis durian unggul yang telah banyak dikenal masyarakat yaitu:

#### 1. Mimang

Durian Mimang adalah buah yang berasal dari Banjarnegara, Jawa Tengah. Durian ini memiliki ciri khas kulitnya yang terkesan kempes jika anda membukanya, maka akan mendapati buah durian yang memiliki ketebalan sekitar 2-3 centimeter dari bijinya.

#### 2. Candimulyo

Durian Candimulyo atau dikenal dengan nama lain Durian Candy ini adalah jenis durian yang berasal dari Magelang, Jawa Tengah. Ciri khasnya adalah ukurannya yang lumayan besar dan biji di dalam buahnya kecil. Rasa dari buah Durian Candimulyo ini adalah percampuran antara manis dan sedikit pahit atau getir.

#### 3. Matahari

Durian Matahari berasal dari Cimanggu, Bogor, Jawa Barat ini merupakan buah durian yang memiliki bentuk bulat panjang berwarna hijau kecoklatan dengan ketebalan sekitar 0,5-1cm, durinya besar-besar, runcing, jarang dan sedikit bengkok. Buahnya tebal, kering, berlemak, manis dengan tekstur halus dan aromanya cukup tajam.

#### 4. Montong

Durian satu ini adalah durian yang paling terkenal di Indonesia. Bahkan untuk satu biji dengan balutan daging di atasnya saja, dijual dengan harga yang cukup mahal jika dikurskan dalam rupiah. Buah asli Kalimantan ini memiliki ciri khas dagingnya yang cukup besar dengan rasa manis dan juga beraroma harum ketika dibuka. Selain itu, ciri khas lainnya adalah bentuknya tidak bulat penuh, melainkan sedikit lonjong dengan tidak beraturan. Jika sudah dipetik, durian montong dapat memiliki berat kurang lebih 15 kilogram.

#### 5. Petruk

Dapat dikatakan bahwa Durian Petruk adalah gabungan antara Durian Montong dengan Durian Candimulyo, karena bentuknya yang lonjong dan rasanya yang setengah manis dan pahit jika dirasakan. Durian yang memiliki

nama latin *Durio Zybethinus Kultivar Petruk* juga memiliki aroma yang tajam seperti Durian Montong. Buah durian asli Jepara, Jawa Tengah, ini merupakan salah satu durian bibit unggul yang banyak digemari para petani durian. Hal ini karena daging buahnya tidak lembek dan tebal, serta bijinya kecil.

#### 6. Bawor

Durian Bawor yang berasal dari banyuwangi, Jawa Timur. Durian satu ini memiliki ciri khas hampir sama dengan durian montong Kalimantan, yaitu buahnya manis dan tebal serta bijinya yang relatif kecil. Durian bawor sendiri juga memiliki 2 jenis lainnya, yaitu durian bhinneka bawor yang merupakan hasil silangan dan durian bawor berkaki empat.

#### 7. Ajimah

Durian Ajimah ini juga dikenal dengan nama Durian Bung Karno atau Durian Sukarno. Hal ini disebabkan jenis satu ini sangat digemari oleh presiden pertama Indonesia tersebut. Durian yang berasal dari Ciomas, Bogor ini memiliki ciri khas beduri besar dan jarang, serta kulitnya tipis berwarna hijau agak abu-abu. Daging didalamnya berwarna kuning muda dan terkesan kering, serta memiliki tekstur berserat. Walaupun didominasi rasa manis, namun ada sedikit pahit yang akan terasa dilidah ketika Anda memakannya.

#### 8. Bokor

Durian Bokor ini berasal dari Sukahaji, Majalengka, Jawa Barat. Durian Bokor memang tahan terhadap serangan penyakit busuk akar, namun tidak kuat akan serangan hama pengerek. Ciri khas dari Durian Bokor adalah memiliki bentuk bulat panjang berwarna hijau sedikit kekuningan dan duri berbentuk kerucut besar dan jarang. Dagingnya memiliki ketebalan sedang dan berwarna kuning, serta mempunyai tekstur yang halus atau tidak berserat. Rasa dari buahnya sangat manis dan aromanya harum menyengat.

#### 9. Bubur

Durian Bubur adakah jenis durian yang berasal dari Brongkol, Semarang, Jawa Tengah. Ciri khasnya adalah bentuknya yang bulat memanjang dengan duri runcing rapat di sekelilingnya berwarna kuning kehijauan. Buahnya manis, besar, tebal, pekat, kesat dan beraroma harum serta dalam satu ponge atau belahan

terdapat 1-5 buah di dalamnya, ukurannya cukup besar atau sekitar 4-5 kilogram jika sudah siap panen.

#### 10. Lay

Durian lay adalah jenis durian yang berasal dari lereng perbukitan kedalaman Kalimantan Tengah. Ciri khas dari buah satu ini adalah memiliki warna manis seperti ubi, namun kurang legit dan dagingnya tebal serta mempunyai sedikit kandungan alkohol di dalamnya. Buahnya juga tidak begitu menyengat. Selain di Kalimantan Tengah, Durian Lay juga dapat ditemukan di Kalimantan Timur. Buah satu ini juga dikembang biakan di Queensland, Australia.

#### 2.1.3 Kulit Durian

Buah durian yang berasal dari pohon durian (*Durio Zibethinus* Murr) banyak tumbuh di hutan maupun di kebun milik penduduk. Ciri buahnya, bentuknya besar bulat/ovel dengan aroma rasa buahnya khas dan menjadi buah primadona yang banyak disukai masyarakat Indonesia, tak terkecuali masyarakat Palembang dan sekitarnya. Kulit buah yang keras dan tebal yang mencapai hampir seperempat bagian dari buahnya tersebut merupakan bagian yang dibuang begitu saja sampai akhirnya menjadi sampah (Rosmawati, 2016).

Selama ini masyarakat yang tinggal di perkotaan hanya mengonsumsi daging buah dan bijinya untuk dibuat berbagai macam pangan, misalnya dodol/lempok, campuran kolak, selai, bahan campuran kue, tempoyak (daging durian yang diawetkan) dan lain-lain, sedangkan kulit durian tersebut hanya menghiasi lingkungan kita sebagai tumpukan sampah yang menghasilkan bau busuk dan mendatangkan banyak kuman, serangga, lalat dan nyamuk yang tentunya akan berujung pada timbulnya sarang dan sumber penyakit.



(Sumber :Tiofani, 2021)

Gambar 2.2 Kulit Durian

Kulit durian secara proposional mengandung unsur selulosa yang tinggi (50-60%) dan kandungan lignin (5%) serta kandungan pati yang rendah (5%) sehingga dapat diindikasikan bahan tersebut bisa digunakan sebagai campuran bahan baku pangan olahan serta produk lainnya yang dimanfaatkan. Kandungan selulosa yang tinggi tersebut memungkinkan kulit durian untuk dapat dimanfaatkan menjadi asam oksalat ( $C_2H_2O_4$ ). Kandungan kulit durian dapat dilihat pada Tabel 2.1.

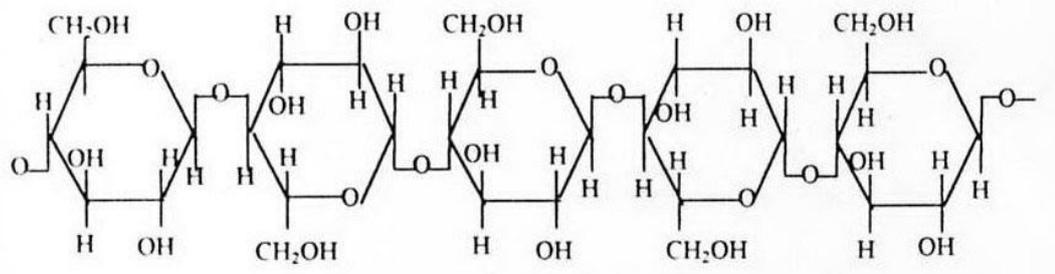
Tabel 2.1 Kandungan Kulit Buah Durian

Senyawa	Komposisi (%)
Selulosa	50-60
Lignin	5
Air	5

(Sumber : Widiastuti, dkk. 2016)

## 2.2 Selulosa

Selulosa merupakan substansi organik yang paling melimpah di alam. Selulosa tidak larut didalam air dan tidak dapat dicerna oleh tubuh manusia. Selulosa mendominasi karbohidrat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan hampir mencapai 50% karena selulosa merupakan bagian yang terpenting dari dinding sel tumbuh-tumbuhan. Selulosa ditemukan dalam tanaman yang dikenal sebagai microfibril dengan diameter 2-20 nm dan panjang 100-40000 nm. Sifat dari selulosa adalah berbentuk senyawa berserat, mempunyai tegangan tarik yang tinggi. Selulosa juga bersifat padat, kuat, berwarna putih, dan tidak larut dalam alkohol dan eter. Selain larut dalam air selulosa juga larut dalam larutan kuprik hidroksida berammonia (bahan uji *Schweitzer*) dan larut dalam larutan zink klorida berasid hidroklorik. Selulosa tidak memberi warna biru dengan iodin (Sunarti, 2016)



(Sumber : Sunarti, 2016)

Gambar 2.3 Struktur kimia rantai selulosa

## 2.3 Hidrolisis

Hidrolisis merupakan proses pemecahan polisakarida yang terdapat dalam biomassa lignoselulosa yang terdiri dari ligin, selulosa dan hemiselulosa yang dapat dihidrolisis menjadi glukosa. Hidrolisis berhasil sempurna apabila selulosa yang dihasilkan adalah selubiosa, sedangkan pada hidrolisis parsial menghasilkan disakarida yang disebut selobiosa, yang dapat dihidrolisis lebih lanjut menjadi glukosa (Melwita, dkk. 2014).

Menurut (Nurul, 2016) menyatakan bahwa berdasarkan zat penghidrolisis yang digunakan, hidrolisis dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Hidrolisis murni, hidrolisis menggunakan air.
2. Hidrolisis dengan larutan asam, encer atau pekat.
3. Hidrolisis dengan larutan alkali, encer atau pekat.
4. Alkali fusion, dengan sedikit atau tanpa air pada temperatur tinggi.
5. Hidrolisis dengan enzim sebagai katalis.

Hidrolisis polisakarida dengan air, air akan menyerang selulosa pada ikatan 1-4  $\alpha$  glukosida menghasilkan dekstrin, sirup atau glukosa tergantung pada pemecahan rantai polisakarida dalam selulosa. Tetapi reaksi antara air dan selulosa berlangsung sangat lambat sehingga diperlukan katalisator untuk memperbesar kereaktifan air. Katalisator ini dapat berupa asam, enzim, maupun alkali. Katalisator alkali yang biasa digunakan adalah NaOH dan KOH. Hidrolisis selulosa dengan alkali dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: suhu, waktu, kecepatan pengadukan dan konsentrasi katalisator.

## 2.4 Alkali

Alkali merupakan unsur logam yang sangat reaktif. Golongan alkali terdapat pada golongan IA pada sistem periodik. Golongan alkali mempunyai elektron valensi 1 yaitu dengan konfigurasi, jadi golongan alkali ini termasuk unsur blok s. Untuk mencapai konfigurasi oktet golongan alkali melepaskan elektron valensinya, membentuk ion bermuatan  $1^+$ . Hal ini menunjukkan bahwa golongan alkali bersifat elektropositif dan merupakan reduktor kuat (Nurul, 2016).

### 2.4.1 Kalium Hidroksida (KOH)

Kalium hidroksida merupakan penamaan dalam bahasa Indonesia untuk senyawa *potassium hydroxide* dan dikenal dengan nama lain seperti: *caustic*

*potash*, *potassia*, dan *potassium hydrate*. Kalium hidroksida merupakan senyawa anorganik dengan rumus molekul KOH dimana unsur kalium ( $K^+$ ) mengikat sebuah gugus hidroksil ( $OH^-$ ). Seperti halnya natrium hidroksida, maka kalium hidroksida merupakan basa kuat dan banyak digunakan pada industri kimia sebagai pengontrol derajat keasaman suatu larutan maupun campuran (Sunarti, 2016).



(Sumber : Adlina, 2021)

Gambar 2.4 Kalium Hidroksida (KOH)

Kalium hidroksida atau biasa disebut *potassium hydroxide* berfungsi sebagai bahan baku industri kalium karbonat selain itu juga digunakan sebagai bahan baku pembantu pada industri pupuk, fosfat, kimia agro (*agro chemical*), baterai *alkaline*, dan pada industri tekstil. Kalium hidroksida juga digunakan pada industri sabun sebagai bahan pemucat.

Tabel 2.2 Sifat Fisika dan Kimia KOH

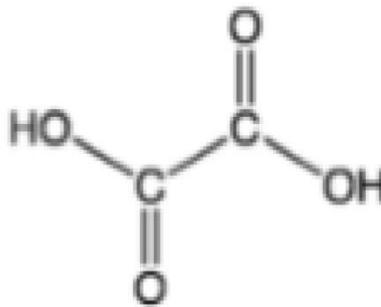
Rumus molekul	KOH
Massa Molar	56,11 g/mol
Penampilan	Padat putih, lembab cair
densitas	56,11 g/cm <sup>3</sup>
Titik lebur	406 °C
Titik didih	1320 °C
Kelarutan dalam air	1110 g/100 L (25°C)
Kebasahan ( $pK_b$ )	0

(Sumber : Marlina, 2016)

## 2.5 Asam Oksalat

Asam oksalat adalah senyawa kimia yang memiliki rumus  $C_2H_2O_4$  dengan nama sistematis asam etanadioat. Asam dikarboksilat paling sederhana ini

biasa digambarkan dengan rumus HOOC-COOH. Asam oksalat merupakan asam organik yang relatif kuat, 10.000 kali lebih kuat dari pada asam asetat (Retnawati, dkk. 2016). Asam oksalat ini adalah asam alami yang bisa ditemukan di banyak jenis tumbuhan. Dalam bentuk terkonsentrasi dan murni, asam oksalat sangat beracun dan harus di tangani dengan sangat hati-hati. Namun sebagian besar produknya dalam bentuk diencerkan dan karenanya tidak memiliki banyak bahaya (Nurfadila, 2017). Struktur asam oksalat dapat di lihat pada Gambar 2.5



(Sumber: Fitrah, 2016)

Gambar 2.5 Struktur asam oksalat

Asam oksalat disintesa untuk pertama pada tahun 1776 oleh Schleele dengan oksidasi gula dengan asam nitrat. Sintesa seca komersil asam oksalat dilakukan dengan empat macam teknologi diantaranya adalah peleburan alkali dari selulosa, oksidasi asam nitrat terhadap karbohidrat seperti glukosa, zat tepung atau selulosa dengan katalis vanadium pentoksida, fermentasi larutan gula dengan jamur sintesa dari sodium format (Mufid, dkk. 2018).

Sifat khas asam okslat yaitu dapat larut dalam air panas atau dingin serta dalam alkohol, dapat membentuk kristal dengan mengikat dua molekul air dan apabila dipanaskan sedikit diatas 100°C airnya akan menguap, semua garam alkali oksalat mudah larut dalam air kecuali kalsium oksalat dapat larut dalam asam kuat, dan mudah untuk dioksidasi oleh KMnO<sub>4</sub> pada tempertaur 60-70°C (Maulina, dkk. 2016)

Asam oksalat terdapat dua macam yaitu asam oksalat anhidrat dan asam oksalat dihidrat. Asam oksalat dapat di lihat pada Gambar 2.6



(Sumber: Fitrah, 2016)

Gambar 2.6 Kristal asam oksalat

Asam oksalat anhidrat mempunyai berat molekul 90,04 gr/mol dan mempunyai melting point 187°C. Sifat dari asam oksalat anhidrat adalah tidak berbau, berwarna putih dan tidak menyerap air. Asam oksalat dihidrat merupakan jenis asam oksalat yang mempunyai berat molekul 126,07 gr/mol dan melting point 101,5°C dan mengandung 71,42% asam oksalat anhidrat dan 28,58% air, bersifat tidak berbau dan dapat kehilangan molekul air apabila di panaskan sampai suhu 100°C (Cinantya, 2016).

Standar mutu asam oksalat di Indonesia tercantum dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-0941-1989. Standar mutu asam oksalat dapat dilihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Standar Mutu Asam Oksalat Menurut (SNI 06-0941-1989)

Uraian	Unit	Persyaratan
Titik Leleh	°C	101-102
Density	gr/cm <sup>3</sup>	1,653
Kemurnian	%	99% (1% impurities H <sub>2</sub> O)
Kelarutan		
Air	20°C	10 gr/100 ml
	100°C	120 gr/100 ml
Alkohol	15°C	24 gr/100 ml

(Sumber : SNI 06-0941-1989)

### 2.5.1 Sifat Fisik dan Kimia Asam Oksalat

#### 1. Sifat Fisik Asam Oksalat Anhidrat

Rumus Molekul	: CHO <sub>4</sub> .H <sub>4</sub> O
Berat Molekul	: 90,04 gr/mol
Kenampakan	: Kristal putih
Bau	: Tidak berbau
Densitas	: 1,653 gr/mol

Titik Lebur	: 187°C
Panas Pembakaran	: 60 kal/mol
Panas Pembentukan	: 195,36 kal/mol
Kelarutan dalam air	: 9,58 gr/mL
Panas Sublimasi	: 21,65 kal/mol

## 2. Sifat Fisik Asam Oksalat Dihidrat

Rumus Molekul	: CH <sub>2</sub> O <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O
Berat Molekul	: 126,07 gr/mol
Kenampakan	: Kristal putih
Densitas	: 1,653 gr/mL
Kelarutan dalam air	: 35,5 gr/mL
Titik Lebur	: 101,5°C

Sifat Kimia Asam Oksalat:

- Asam oksalat dengan glycerol akan membentuk alkyl alkohol.
- Asamoksalat anhidrat menyublim pada suhu 150°C tetapi jika dipanaskan lagi akan terdekomposisi menjadi karbondioksida dan asam formiat.
- Jika asam oksalat dipanaskan dengan penambahan asam sulfat akan menghasilkan karbon monoksida, karbondioksida dan air.

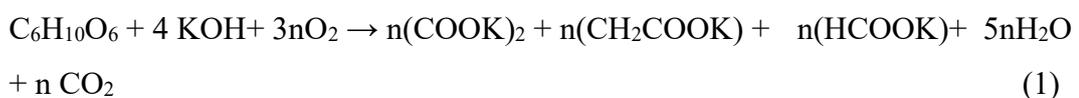
### 2.5.2 Metode Pembuatan Asam Oksalat

Tahapan-tahapan pembuatan asam oksalat dari reaksi yang terjadi dengan selulosa dengan cara hidrolisis (Kurniawan, 2017).

#### 1. Peleburan dengan Alkali

##### a. Tahap Peleburan

Pada tahap ini terjadi peleburan antara selulosa yang terkandung dalam bahan dengan larutan KOH. Pada tahap peleburan ini kulit durian yang telah kering dilakukan pengeringan dan pemotongan sesuai ukuran, setelah itu dimasukkan dalam suatu reactor (labu leher tiga) dan ditambahkan KOH dengan konsentrasi yang telah ditentukan, sehingga selulosa akan terlebur oleh larutan KOH, reaksinya sebagai berikut :



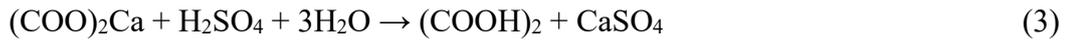
b. Tahap Pengendapan dan penyaringan

Filtare yang didapat dari hasil peleburan ditambahkan  $\text{CaCl}_2$  untuk mendapat kan endapan garam kalsium oksalat.



c. Tahap Pengasaman

Endapan yang terjadi diasamkan dengan asam sulfat



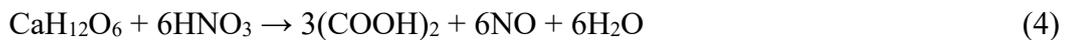
d. Tahap pengkristalan

Filtrat dipekarkan dengan pemanasan yang selanjutnya dengan pendinginan terbentuk kristal asam oksalat. Kristal yang terbentuk dipisahkan dengan penyaringan.

2. Oksidasi dengan Asam Nitrat

Dalam proses ini glukosa yang diperoleh melalui proses hidrolisis pati atau starch yang kemudian direaksikan dengan asam nitrat.

Reaksinya:



3. Fermentasi

Produksi asam oksalat melalui proses fermentasi pertama kali ditemukan oleh Currie pada tahun 1917 yang menyatakan sejumlah *Steam Aspergillus niger* memiliki kemampuan untuk memproduksi asam oksalat. Pada proses ini bahan baku yang digunakan diencerkan terlebih dahulu, lalu disterilisasikan kemudian difermentasi. Asam oksalat dalam hal ini merupakan produk samping, sehingga asam oksalat yang dihasilkan sangat sedikit.

4. Sintesis Sodium Format

Pada proses sintesa sodium format, natrium format diproduksi dari natrium hidroksida padat (95-97%) dan karbon monoksida pada suhu  $200^\circ\text{C}$  dan tekanan 150 psia didalam autoclave. Setelah reaksi berlangsung, tekanan udara diturunkan dan suhu diturunkan mencapai  $375^\circ\text{C}$ , sehingga reaksi tersebut menghasilkan asam oksalat dan hidrogen. Reaksi dikatakan sudah berakhir apabila tidak lagi menghasilkan hidrogen. Kemudian campuran reaksi (*crude natrium oksalat*) diganti secara cepat, dimana kalsium hidroksida ditambahkan asam oksalat dengan kemurnian 80% dari berat natrium formatnya.

### 2.5.3 Faktor- faktor yang mempengaruhi pembuatan asam oksalat

Beberapa faktor penting yang berpengaruh terhadap pembuatan asam oksalat antara lain :

#### 1. Konsentrasi.

Larutan alkali yang digunakan untuk hidrolisis dapat berupa KOH atau NaOH. Dalam beberapa hal, konsentrasi larutan alkali berpengaruh terhadap hasil. Daya penguraian larutan KOH akan lebih besar dengan penambahan kepekatannya. Hal ini akan mengakibatkan jumlah hasil hidrolisis bertambah, tetapi penggunaan larutan KOH yang terlalu pekat akan menyebabkan reaksi lanjut yaitu terbentuk asam formiat, asam asetat, CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

#### 2. Suhu reaksi.

Suhu berpengaruh pada konstanta kecepatan reaksi. Jika suhu tinggi, konstanta kecepatan reaksi semakin besar sehingga semakin cepat. Tetapi suhu yang terlalu tinggi akan menguraikan asam oksalat.

#### 3. Waktu reaksi.

Waktu reaksi yang lama akan memperbesar kesempatan zat-zat pereaksi bersentuhan dan akibatnya hasil asam oksalat yang diperoleh relatif banyak. Tetapi waktu reaksi yang terlalu lama akan menyebabkan reaksi lanjut terhadap asam oksalat, sehingga akan mengurangi hasil yang diinginkan. Hidrolisis dengan KOH untuk memperoleh asam oksalat diperlukan waktu 1 sampai dengan 2 jam. Dalam operasi secara *batch*, diperlukan waktu yang relatif singkat yaitu kurang dari 1,5 jam.

#### 4. Jumlah reaktan penghidrolisis.

Jumlah reaktan penghidrolisis (misalnya KOH) yang semakin besar akan memperluas gerakan-gerakan molekul yang ada sehingga hasil yang diharapkan akan semakin banyak. Jumlah reaktan penghidrolisis yang terlalu banyak akan mengurangi hasil asam oksalat karena akan terbentuk reaksi lanjut yaitu asam asetat dan asam formiat.

#### 5. Ukuran bahan

Semakin halus ukuran bahan, permukaan bidang kontak akan semakin luas sehingga kecepatan reaksi akan bertambah cepat dan akan menaikkan konversi reaksi. Dalam industri, kehalusan bahan yang dipakai disesuaikan

dengan pertimbangan ekonomi dan teknisnya, misalnya biaya kehalusan, waktu tinggal dalam reaktor, bentuk reaktor, dan lain-lain.

#### 6. Kecepatan pengadukan

Pengadukan menyebabkan kontak antara partikel-partikel menjadi lebih sering. Jika kecepatan pengadukan semakin besar sampai pada batas tertentu, maka kecepatan reaksi menjadi besar. Ini dapat ditinjau dari persamaan Arrhenius seperti tersebut di atas. Disamping itu pengadukan juga meratakan suhu pemanasan sehingga reaksi berjalan sempurna.

#### 2.5.4 Kegunaan Asam Oksalat

Berikut ini merupakan kegunaan dari asam oksalat dalam dunia industri, antara lain (Maulina, dkk. 2016):

##### 1. *Metal treatment*

Asam oksalat digunakan pada industri logam untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada permukaan logam yang akan dicat. Hal ini dilakukan karena kotoran tersebut menimbulkan korosi pada permukaan logam setelah proses pengecatan selesai.

##### 2. *Textile treatment*

Asam oksalat banyak digunakan untuk membersihkan tenun dan zat warna. Dalam pencucian, asam oksalat digunakan sebagai zat asam, kunci penetralan alkali, dan pelarutan besi saat pewarnaan tenun pada suhu pencucian. Selain itu, asam oksalat juga digunakan untuk membunuh bakteri yang ada didalam kain

##### 3. *Oxalate coating*

Pelapisan oksalat telah digunakan secara umum, karena asam oksalat dapat digunakan sebagai pelapis logam stainless steel, nickel alloy, kromium, dan titanium. Sedangkan lapisan lain seperti pospat tidak dapat bertahan lama jika dibandingkan dengan pelapis asam oksalat.

##### 4. *Anodizing*

Proses pengembangan asam oksalat dikembangkan di Jepang dan sudah dikenal di Jerman, Pelapisan asam oksalat menghasilkan tebal lebih dari 60 dapat diperoleh tanpa menggunakan teknik khusus, Pelapisan bersifat keras, tahan terhadap abrasi dan korosi, dan menghasilkan warna yang cukup bagus sehingga

tidak diperlukan pewamaan, tetapi bagaimana juga proses asam oksalat lebih mahal apabila dibandingkan dengan proses asam sulfat.

#### 5. *Metal cleaning*

Asam oksalat adalah senyawa pembersih yang digunakan untuk *automotive radiator, boiler, railroad cars*, dan *kontaminan radioaktif* untuk plat reaktor pada proses pembakaran. Dalam membersihkan logam besi dan non besi asam oksalat menghasilkan control pH sebagai indikator yang baik. Banyak ini berdasarkan sifatnya dan industri yang mengaplikasikan cara keasamannya.

#### 6. *Dyeing*

Asam oksalat dan garamnya juga digunakan untuk pewarnaan wol. Asam oksalat sebagai agen pengatur mordan kromium klorida. Mordan yang terdiri dari 4% kromium florida dan 2% berat asam oksalat. Wol dididihkan dalam waktu 1 jam. Kromie oksida pada wol diangkat dari pewarnaan. Ammonium oksalat juga digunakan sebagai pencetakan vigorous pada wool, dan juga terdiri dari mordan (zat kimia) pewarna.

#### 7. *Millet jelly production*

Bubuk kanji (pati dipanaskan bersama dengan asam oksalat dan dihidrolisis untuk menghasilkan millet jelly. Asam oksalat berfungsi sebagai katalis pada proses hidrolisis, dan menghilangkan kalsium oksalat. Aplikasi ini diterapkan di Jepang.

### 2.6 *Fourie Transform Infra Red (FTIR)*

*Fourie Transform Infra Red (FTIR)* yaitu spektroskopi inframerah yang di lengkapi dengan transformasi fourier untuk mendeteksi dan menganalisis spektrumnya. Metode spektroskopi yang digunakan adalah metode absopsi, yaitu metode spektroskopi yang didasarkan atas perbedaan penyerapan radiasi inframerah. Absorpsi inframerah oleh suatu materi dapat terjadi jika dipenuhi dua syarat, yaitu kesesuaian antara frekuensi radiasi inframerah dengan frekuensi vibrasional molekul sampel (Mufid, dkk. 2018).

FTIR di gunakan suatu interferometer Michelson yang terletak didepan monokromator. Interferometer ini akan memberikan sinyal ke detektor sesuai dengan intensitas frekuensi vibrasi molekul yang berupa interferogram.

Interferogram juga memberikan informasi yang berdasarkan pada intensitas spektrum dari setiap frekuensi (Gunawan, 2015)

Inti Spektroskopi FTIR yaitu interferometer merupakan alat yang di gunakan untuk menganalisis frekuensi dalam sinyal gabungan. Spektrum inframerah di hasilkan dari transmisi cahaya yang melewati sampel, pengukuran intensitas cahaya dengan detektor dan dibandingkan dengan intensitas tanpa sampel sebagai fungsi panjang gelombang 0,78-100  $\mu\text{m}$  atau bilangan gelombang 12.800 sampai  $10^{-7}$ . spektrum inframerah dibagi ke dalam tiga radiasi yaitu inframerah dekat, inframerah pertengahan dan inframerah jauh. Daerah spektrum inframerah dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Daerah Spektrum Infra Merah

Daerah	Panjang Gelombang ( $\mu\text{m}$ )	Bilangan Gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Frekuensi (Hz)
Dekat	0,78-25	12.800-4000	$3,8 \times 10^{14} - 1,2 \times 10^{14}$
Pertengahan	2,5-50	4000-200	$1,2 \times 10^{14} - 6,0 \times 10^{12}$
Jauh	50-1000	200-10	$6,0 \times 10^{12} - 3,0 \times 10^{11}$

(Sumber : Fitrah, 2016)

Spektroskopi inframerah merupakan suatu metode mengenai antara energi cahaya dengan materi, dimana energi yang dipancarkan berasal dari radiasi inframerah dengan kisaran bilangan gelombang 4000 sampai  $670 \text{ cm}^{-1}$  atau dengan panjang gelombang 2,5-1,5  $\mu\text{m}$ .

Interaksi energi inframerah menyebabkan terjadinya vibrasi molekul. Ketika radiasi inframerah dilewatkan pada suatu cuplikan maka molekulnya dapat mengabsorpsi energi dan terjadilah tingkat vibrasi tereksitasi. Energi yang terserap ini dalam bentuk panas bila molekul kembali ke keadaan dasar, supaya molekul dapat kembali menyerap energi inframerah.

Pancaran inframerah pada umumnya mengacu pada bagian spektrum elektromagnetik yang terletak diantara daerah tampak dan daerah gelombang mikro. Sebagian besar kegunaannya terbatas di daerah antara  $4000 \text{ cm}^{-1}$  dan  $666 \text{ cm}^{-1}$  (2,5-1,5  $\mu\text{m}$ ). Salah satu hasil kemajuan instrumentasi inframerah adalah pemrosesan data (Gunawan, 2015).

Proses dari alat instrument spektroskopi FTIR yaitu : (Fitrah, 2016)

1. Sumber energi: energi inframerah dipancarkan dari sebuah sumber yang disebut glowing black-body dan sinar yang dihasilkan dilewatkan melalui celah yang dapat mengontrol jumlah energi yang mengenai sampel.
2. Interferometer: sinar memasuki interferometer dimana sinar tersebut akan diubah menjadi sinyal interferogram yang akan keluar dari interferimeter.
3. Sampel: sinar memasuki ruang sampel kemudian diteruskan/dipantulkan dari permukaan sampel tergantung dari jenis analisis yang digunakan.
4. Detektor: sinar diteruskan pada detektor sebagai pengukur akhir.
5. Komputer: sinyal yang telah diukur akan terbaca/terekam pada komputer sebagai kromatogram.

Cara kerja spektroskopi inframerah yaitu dengan cara sampel di scan yang berarti sinar inframerah akan dilalukan kesampel. Gelombang yang diteruskan oleh sampel akan ditangkap oleh detektor yang terhubung ke komputer sehingga komputer akan memberikan gambaran spektrum sampel yang diuji. Struktur kimia dan bentuk ikatan molekul serta gugus fungsional tertentu sampel yang telah diuji menjadi dasar spektrum yang akan diperoleh dari analisis (Puji, 2014).

Spektroskopi FTIR digunakan untuk mengetahui gugus fungsi pada suatu sampel yang didasarkan pada vibrasi dalam suatu molekul yang menghasilkan spektrum. Spektrum yang dihasilkan melalui pelewatan sinar infra merah yang dilanjutkan dengan menentukan fraksi dalam molekul yang menyerap sinar pada tingkayan energi. Keuntungan menggunakan alat instrumen ini yaitu dapat menguji sampel dalam bentuk cairan, alrtutan, pasta, serbuk maupun gas (Fatimah, 2014).

FTIR merupakan metode bebas reagen tanpa penggunaan radioaktif dan dapat mengukur kadar hormon secara kualitatif dan kuantitatif. Prinsip kerja FTIR adalah mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut. Pola absorbansi yang diserap oleh tiap-tiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa-senyawa dapat dibedakan.

*Fourie Transform Infra Red (FTIR)* memberikan informasi dalam hal kimia, seperti struktur dan konformasional pada polimer dan polipaduan,

perubahan induksi tekanan dan reaksi kimia. Dalam teknik ini padatan diuji dengan cara merefleksikan sinar infra merah yang melalui tempat kristal sehingga kontak dengan permukaan cuplikan. Degradasi atau induksi oleh oksidasi, panas, maupun cahaya, dapat diikuti dengan cepat melalui infra merah. Sensitivitas FTIR adalah 80-200 kali lebih tinggi dari instrumentasi dispensi standar karena resolusinya lebih tinggi (Gunawan, 2015).

Analisis spektrofotometer inframerah didasarkan pada analisis dari panjang gelombang puncak-puncak karakteristik dari suatu sampel. Panjang gelombang puncak-puncak menunjukkan adanya gugus fungsi tertentu yang ada pada sampel, karena masing-masing gugus fungsi memiliki puncak karakteristik yang spesifik untuk gugus fungsi tertentu.

Tabel 2.5 Serapan khas beberapa gugus

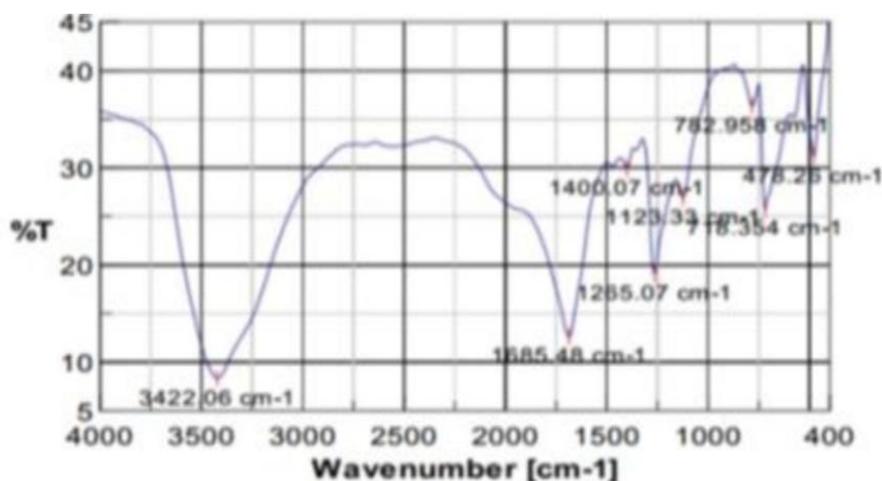
Gugus	Jenis Senyawa	Daerah Serapan
O-H	Alkohol, fenol (monomer)	3610-3640
O-H	Alkohol, fenol (ikatan H)	200-3600
O-H	Asam karboksilat	500-3000
C-O	Alkohol, eter, asam karboksilat, ester	1080-1300
C=O	Aldehid, keton, asam karboksilat, ester	1690-1760

(Sumber: Fitriah, 2016)

Aplikasi spektroskopi inframerah sangat luas, baik untuk analisis kuantitatif maupun kualitatif. Kegunaan yang paling penting adalah untuk indentifikasi senyawa organik karena spektrumnya sangat kompleks, yaitu terdiri dari banyak puncak-puncak. Spektrum inframerah dari senyawa organik mempunyai sifat fisik yang khas, artinya kemungkinan kecil sekali dua senyawa mempunyai spektrum yang sama. Teknik spektroskopi inframerah juga digunakan untuk meneliti struktur molekul obat-obatan (Silviah, dkk. 2015).

Senyawa tumbuhan dapat diukur dengan menggunakan spektrofotometer inframerah yang merekam secara otomatis dalam bentuk larutan, bentuk gerusan dalam minyak nuyol atau bentuk padatan yang dicampur dengan kalium bromida. Sampel yang berupa padatan di buat seperti cakram tipis dari campuran serbuk yang mengandung 1 mg bahan dan 10-100 mg kalium bromida dalam kondisi tanpa air yang di empakan ke dalam cetakan.

Suatu senyawa dapat diketahui gugus fungsinya melalui metode spektrofotometer infra merah. Salah satu senyawa yang dapat diketahui gugus fungsinya yaitu asam oksalat. Pada Gambar 2.5 dapat dilihat hasil serapan asam oksalat standar.



(Sumber: Maulina, 2016)

Gambar 2.5 Hasil serapan inframerah (IR) asam oksalat standar

Keuntungan menggunakan FTIR adalah akurat, aman, cepat, dan sensitif. Berdasarkan prinsip kerja FTIR dapat mengenali gugus fungsional secara spesifik dalam suatu komponen. Setiap gugus fungsional dapat tercatat dalam panjang gelombang tertentu. Dengan metode FTIR, setiap kelompok komponen akan terdeteksi dalam panjang gelombang dan nilai absorbansi yang berbeda (Mona, 2014).