

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kurma

2.1.1 Buah Kurma (*Phoenix dactylifera* L.)

Buah kurma atau yang dikenal dengan nama ilmiah *Phoenix dactylifera* L merupakan salah satu jenis tumbuhan palem yang buahnya memiliki rasa manis sehingga dapat dikonsumsi oleh banyak orang (Krueger, 2007). Tanaman kurma merupakan salah satu tanaman yang tertua di dunia dan hingga saat ini masih terpelihara keberadaannya di banyak negara (Al Munawwarah, 2015).

Menurut Al-Shahib dan Marshall (2003), nama ilmiah buah kurma *Phoenix dactylifera* L berasal dari bahasa Yunani, "*Phoenix*" yang artinya buah merah atau ungu, dan "*dactylifera*" dalam bahasa Yunani disebut dengan "daktolus" yang berarti jari, seperti yang tampak pada bentuk buah kurma. Genus dari buah kurma yaitu "*Phoenix*" terdiri atas 12 spesies yang banyak dikenal sebagai tanaman hias, namun hanya spesies buah kurma yang dapat dipanen, meskipun sebenarnya ada 5 spesies buah yang dapat dimakan selain kurma.

Menurut *United States Departement of Agriculture* (USDA), klasifikasi botani dari tanaman kurma (*Phoenix dactylifera* L.) adalah sebagai berikut:



Gambar 2.1 Tanaman Kurma (Ringga, 2018)

Kingdom	: Plantae
Sub-kingdom	: Tracheobionta
Super divisi	: Spermatophyta
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Sub-kelas	: Arecidae
Ordo	: Arecales
Family	: Arecaceae
Genus	: Phoenix L.
Species	: <i>Phoenix dactylifera</i> L.

Menurut Al-Farisi dan Lee (2008), Mesir adalah produsen terbesar (16%) di dunia diikuti oleh Saudi Arabia, Iran, Iraq dan Uni Emirat Arab (masing-masing menyumbang sekitar 13%). Akan tetapi, dilihat dari nilai ekspornya, kurma memberikan pemasukan terbesar untuk Tunisia (28%), Iran (12%), Pakistan (8%) dan Saudi Arabia (8%). Nilai ekonomis ekspor kurma mendekati angka USD 300 juta pada tahun 2007.

2.1.2 Biji Kurma (*Phoenix dactylifera* L.)



Gambar 2.2 Biji Kurma (Dokumentasi Pribadi, 2018)

Biji kurma merupakan biji dengan satu lembaga (monokotil). Biji kurma tidak memiliki aroma atau tidak berbau dan memiliki rasa hambar yang sedikit pahit. Umumnya biji kurma memiliki warna coklat terang dan coklat gelap (Hamada et al., 2002).

Menurut Hamada et al. (2002), biji kurma berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pangan bagi manusia. Hal tersebut dapat terlihat dari komposisi yang terkandung pada biji kurma. Biji kurma mengandung 71,9 – 73,4% karbohidrat, 5 – 6,3% protein, dan 9,9 – 13,5% lemak. Biji kurma juga mengandung vitamin dan serat (*dietary fibre*) dengan persentase yang cukup tinggi, yaitu sebesar 6,4 – 11,5% serta beberapa asam amino yang terkandung dalam biji kurma, yaitu *alanine*, *arginine*, *aspartic acid*, *aspartamine*, *glutamic acid*, *glycine*, *histidine*, *isoleucine*, *leucine*, *lysine*, *methionine*, *phenylalanine*, *serine*, *threonine*, *thryptophan*, *tyrosine* dan *valine* (Al-Shahib dan Marshall, 2003).

Tepung biji kurma yang dikeringkan dengan panas matahari memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dibandingkan dengan nutrisi yang

dipanaskan oleh oven. Tepung biji kurma dengan proses pengeringan matahari mengandung 33,84% karbohidrat; 26,52% protein; dan 31,54% lemak. Sedangkan nilai gizi dengan proses pengeringan oven mengandung 25,64% karbohidrat; 15,03% protein; dan 17,37% lemak (Wahini, 2016).

Dalam penelitian lain yang dilakukan oleh Lutfi (2011), tentang “Pemanfaatan Biji Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) Sebagai Tepung dan Analisis Perubahan Mutunya Selama Penyimpanan” mengatakan bahwa tepung biji kurma mengandung beberapa nutrisi penting seperti protein, karbohidrat dan lemak. Sifat kimia tepung biji kurma lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1. Sifat kimia tepung biji kurma

Komponen	Satuan	Nilai (b.b)
Kadar air	%	7,00
Kadar abu	%	1,11
Kadar protein	%	4,68
Kadar karbohidrat	%	63,84
Kadar lemak	%	11,51
Kadar serat kasar	%	11,86

Menurut Ali-Mohamed dan Khamis (2004), biji kurma mengandung ion-ion mineral, seperti natrium (Na^+), kalium (K^+), magnesium (Mg^{2+}), kalsium (Ca^+), ferum atau besi (Fe^{2+}), mangan (Mn^{2+}), zinc (Zn^{2+}), cuprum (Cu^{2+}), nikel (Ni^{2+}), cobalt (Co^{2+}), dan cadmium (Cd^{2+}). Ion mineral yang paling banyak terkandung pada biji kurma adalah ion kalium (K^+), magnesium (Mg^{2+}), dan natrium (Na^+). Kandungan mineral biji kurma dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kandungan mineral biji kurma

Mineral	Kandungan ($\mu\text{g/g}$)
Natrium (Na^+)	237,63
Kalium (K^+)	4857,58
Magnesium (Mg^+)	655,53
Kalsium (Ca^+)	95,12
Besi (Fe^{2+})	44,47
Mangan (Mn^{2+})	14,82
Zinc (Zn^{2+})	12,24
Cuprum (Cu^{2+})	5,24
Nickel (Ni^{2+})	1,12
Cobalt (Co^{2+})	0,79
Cadmium (Cd^{2+})	0,03

Sumber : (Ali-Mohamed et al., 2004)

2.1.3 Manfaat Biji Kurma (*Phoenix dactylifera L.*)

Menurut sebuah artikel biji kurma memiliki banyak manfaat dalam bidang kesehatan (Agroweb, 2017) antara lain:

1. Mencegah kerusakan ginjal dan hati

Biji kurma kaya *proanthocyanidins* yang membantu melindungi hati dan ginjal dari kerusakan. Sebuah penelitian mengatakan bahwa ekstrak biji kurma yang kaya *proanthocyanidins* dapat melindungi terhadap toksisitas ginjal dan hati yang diinduksi secara kimia.

2. Sebagai Antioksidan

Biji kurma kaya akan antioksidan yang mampu membersihkan radikal bebas sehingga membantu melindungi tubuh terhadap kerusakan akibat stres oksidatif.

3. Mencegah kerusakan DNA

Menurut sebuah penelitian, biji kurma telah menunjukkan efek perlindungan terhadap kerusakan DNA oksidatif.

4. Sebagai Agen Antiviral

Biji kurma dapat bertindak sebagai agen antivirus terhadap berbagai virus manusia patogen.

2.1.4 Pembuatan Tepung Biji Kurma (*Phoenix dactylifera* L.)

Biji kurma dapat diolah menjadi tepung atau dalam bentuk serbuk (*powder*). Tahapan proses pengolahan tersebut, yaitu pemisahan biji kurma dengan buah kurma, penyimpanan biji pada suhu 10°C, perendaman dan pencucian biji dengan air, penirisan, pengeringan biji pada suhu 50°C, lalu penggilingan biji dengan mesin grinder (*heavy-duty grinder*) sehingga dihasilkan biji kurma dalam bentuk serbuk atau tepung (Bouaziz et al., 2010).

Proses pengolahan biji kurma menjadi tepung atau bubuk menurut Ardekani et al. (2010) sama dengan proses Bouaziz et al. (2010), yaitu tahapan proses pengolahan biji kurma menjadi tepung atau bubuk, penyimpanan biji kurma yang telah dipisahkan daging kurmanya pada suhu 2-8°C, pencucian biji kurma dengan air, penirisan, pengeringan dengan panas 50°C selama 4 jam, kemudian dilakukan penggilingan biji kurma dengan grinder (*heavy-duty grinder*), serta dilakukan penyaringan untuk mendapatkan serbuk yang halus.

Menurut Lutfi (2011), terdapat cara lain atau proses tambahan dalam pengolahan biji kurma menjadi tepung sehingga biji mudah untuk

digiling dan menghasilkan warna yang baik. Proses tersebut meliputi pencucian biji kurma dengan air, perendaman atau sulfurisasi biji kurma dengan natrium bisulfit yang bertujuan untuk mempertahankan warna dan mencegah terjadinya pencoklatan pada saat proses pemanasan biji kurma, *blanching* (pemanasan dengan air) yang bertujuan untuk melunakkan tekstur biji kurma, penirisan, pengeringan pada suhu 50-60°C, penggilingan yang dilakukan dua tahapan, yaitu tahapan pertama dengan mesin *disc mill* yang tidak memiliki penyaring dan memiliki gigi-gigi yang banyak dan tajam, tahapan kedua dengan mesin *disc mill* yang biasa digunakan untuk menggiling dan menghaluskan biji. Terakhir adalah pengayakan dengan ayakan 65 mesh yang sesuai dengan SNI tepung terigu sebagai bahan makanan (BSN, 2009)

Baru-baru ini telah dilakukan cara pembuatan tepung biji kurma oleh Wahini (2016), proses pengolahan biji kurma menjadi tepung biji kurma sama dengan proses menurut Lutfi (2011). Namun terdapat perbedaan pada proses pengeringan biji kurma sebelum digiling menjadi tepung yaitu terdapat dua perlakuan pengeringan. Perlakuan pertama biji kurma dikeringkan dengan oven suhu 50-60°C selama 24 jam. Perlakuan kedua biji kurma dikeringkan dengan panas sinar matahari selama dua hari.

Menurut Purnomo dan Adiono (1985), tujuan pengeringan adalah untuk mengurangi kadar air bahan sampai batas tertentu, sehingga perkembangan mikroba dan kegiatan enzim dapat terhambat atau terhenti. Dengan demikian, pengeringan dapat meningkatkan daya simpan,

mempermudah penyimpanan serta pengangkutan dan meningkatkan daya guna. Lutfi (2011) dan Wahini (2016) menambahkan bahwa tujuan dari pengeringan adalah untuk memudahkan dalam proses penggilingan.

2.2 Media Pertumbuhan Bakteri

2.2.1 Pengertian Media

Media merupakan nutrisi yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan secara *in vitro*. Pemilihan media yang akan digunakan disesuaikan sifat penelitian atau pemeriksaan. Fungsi dari media yaitu secara kualitatif digunakan untuk isolasi dan identifikasi mikroorganisme, sedangkan secara kuantitatif digunakan untuk perbanyakan dan perhitungan jumlah mikroorganisme (Harti, 2014).

Media berfungsi untuk mengisolasi, menumbuhkan mikroorganisme, memperbanyak jumlah, menguji sifat-sifat fisiologi, dan menghitung jumlah mikroba. Dalam proses pembuatan media harus disterilisasi dan menggunakan metode aseptis untuk menghindari kontaminasi pada media (Safitri, 2010).

2.2.2 Penggolongan Media

Media digolongkan menjadi 3 golongan yaitu media berdasarkan konsistensinya, media berdasarkan penyusunnya dan media berdasarkan sifat dan fungsinya. Menurut golongan sifat dan fungsinya, media terbagi lagi menjadi beberapa kelompok antara lain media transport, media diperkaya, media selektif (*selective and differential media*), media pengujian, media perhitungan jumlah, (*universal media*) atau media umum (Harti, 2014).

Menurut Rizky (2013), media digolongkan berdasarkan penyusunnya ada 2 macam antara lain:

- a. Media alami yaitu media yang terdiri dari bahan-bahan alami contohnya ekstrak kentang, sari wortel.
- b. Media sintetis (*chemically defined media*) yaitu media yang terdiri dari bahan-bahan yang telah diketahui komposisinya.

Sedangkan media digolongkan berdasarkan konsistensinya ada 3 macam antara lain:

- a. Media padat (*solid media*) yaitu media yang mengandung 1,5 – 2%, biasanya dalam bentuk *plate agar* (lempeng agar) dan *slant agar* atau agar miring (Brooks, Butel & Morse, 2008), dan *deep tube agar* atau agar diri (Safitri, 2010). Media padat sangat bermanfaat untuk isolasi kultur murni, perhitungan mikroba, dan seleksi galur yang diinginkan. Media padat berisi substansi yang memadat ketika didinginkan pada suhu kamar. Substansi pematat yang sering digunakan adalah agar-agar (Ariesta, 2013).
- b. Media semi padat (*semi solid media*) yaitu media yang mengandung agar-agar 0,6 – 0,75% contohnya media *Sulfide Indole Motility (SIM)* untuk pengamatan motilitas bakteri (Brooks, Butel & Morse, 2008).
- c. Media cair (*liquid media*) yaitu media yang tidak mengandung bahan pematat, sebagai contoh media *Nutrien Broth* (Brooks, Butel & Morse, 2008).

Menurut Safitri (2010), media berdasarkan sifat dan fungsinya terbagi menjadi empat macam antara lain:

- a. Media umum merupakan media semi sintetik atau alami yang mengandung nutrisi umum untuk mikroorganisme, contohnya: *Nutrient Broth (NB)*, *Nutrient Agar (NA)*.
- b. Media selektif merupakan media sintetik yang ditambahkan zat kimia tertentu yang dapat mencegah pertumbuhan sekelompok mikroorganisme tak diinginkan tanpa menghambat pertumbuhan mikroorganisme target. Contohnya adalah *Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLBB)*.
- c. Media diperkaya merupakan media sintetik yang mengandung komponen-komponen yang berasal dari makhluk hidup, seperti: darah, serum atau ekstrak jaringan tumbuhan dan hewan.
- d. Media differensial merupakan media yang mengandung senyawa kimia tertentu yang dapat membedakan sifat mikroorganisme tertentu dalam suatu kultur campuran dari jenis mikroorganisme lainnya karena adanya perbedaan respon terhadap senyawa kimia. Contohnya adalah *Eosine Methylene Blue (EMB)*.

Nutrisi dalam suatu media pertumbuhan mikroorganisme dalam hal ini bakteri seharusnya mengandung unsur-unsur antara lain:

1. Air

Air merupakan komponen utama di dalam sel mikroba dan medium. Fungsi air sebagai sumber energi berupa substrat yang dapat dioksidasi, sebagai sumber oksigen untuk bahan organik sel pada

respirasi, selain itu air berfungsi sebagai pelarut dan alat pengangkut dalam metabolisme (Brooks et al., 2008)

2. Sumber Karbon

Banyak bakteri yang membutuhkan karbon dioksida sebagai sumber karbonnya. Semua bakteri yang membutuhkan karbon dari senyawa anorganik disebut *autotrof*. Bila mereka memperoleh energi dari cahaya maka disebut *fotoautotrof* dan bila mereka memperoleh energinya dengan mengoksidasi senyawa kimia maka disebut *kemoautotrof*. Ada pula bakteri yang tidak menggunakan karbon dioksida sebagai sumber karbon satu-satunya namun membutuhkan senyawa organik sebagai sumber karbonnya, bakteri semacam ini disebut *heterotrof* (Pelczar & Chan, 2010).

3. Sumber Nitrogen

Nitrogen adalah salah satu unsur yang diperlukan oleh semua jasad hidup untuk sintesis protein asam nukleat dan senyawa-senyawa lain yang mengandung nitrogen. Nitrogen sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan, karena nitrogen tersebut terkandung dalam protein dan asam nukleat. Dalam hal memperoleh nitrogen setiap organisme berbeda-beda, ada yang dengan cara menggunakan gas nitrogen dari udara dan ada juga yang menggunakan sumber nitrogen anorganik, seperti garam-garam ammonium. Tapi ada juga yang menggunakan sumber nitrogen organik, seperti glutamik dan asparagin (Brooks et al, 2008).

4. Sumber Belerang

Belerang adalah kumpulan dari banyak substansi organik sel. Belerang membentuk bagian struktur beberapa koenzim dan ditemukan dalam rantai samping sistein dan metionin pada protein. Belerang dalam bentuk asalnya tidak dapat digunakan oleh tumbuhan atau hewan (Jawetz et al., 2008).

5. Sumber Phospor

Fosfat (PO_4^{3-}) dibutuhkan sebagai komponen ATP, asam nukleat dan sejumlah koenzim seperti NAD, NADP dan flavin. Selain itu, banyak metabolit, lipid (*fosfolipid*, *lipid A*), komponen dinding sel (*teichoic acid*), beberapa polisakarida kapsul dan beberapa protein adalah bergugus fosfat (Jawetz et al., 2008).

6. Sumber Oksigen

Sebagian besar mikroorganisme bersifat aerob obligat, secara khusus memerlukan oksigen sebagai penerima hidrogen, beberapa bersifat fakultatif yang sanggup hidup secara aerob dan anaerob, dan beberapa lagi bersifat anaerob obligat yang memerlukan zat bukan oksigen sebagai penerima hidrogen dan sangat peka terhadap hambatan oksigen.

Toksisitas O_2 merupakan hasil reduksi oleh enzim dalam sel misalnya (*flavoprotein*) menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) atau reduksi ion fero menjadi radikal bebas yang lebih beracun lagi. Bakteri-bakteri aerob dan anaerob terbebas dari zat-zat ini karena adanya superoksida dismutase yaitu enzim yang mengkatalisis reaksi



Dan adanya katalase, enzim yang mengkatalisis reaksi



(Jawetz et al., 2008)

7. Sumber Mineral

Bakteri membutuhkan mineral misalnya natrium, kalium, kalsium, magnesium, mangan, besi, seng, tembaga dan kobalt untuk pertumbuhan yang normal, namun jumlah yang dibutuhkan hanya sedikit dan diukur dalam *parts per million (ppm)* (Pelczar & Chan, 2010).

8. Faktor Pertumbuhan

Faktor pertumbuhan adalah suatu senyawa organik yang harus dimiliki sel agar dapat tumbuh, tetapi sel tersebut tidak mampu mensintesisnya. Senyawa penting yang dibutuhkan bakteri disintesis melalui serangkaian reaksi enzimatik, masing-masing enzim diproduksi dibawah kontrol gen spesifik. Bila bakteri mengalami mutasi gen yang menyebabkan kegagalan fungsi salah satu enzim maka rantai akan rusak dan produk akhir tidak lagi dihasilkan. Untuk itu bakteri memperoleh senyawa yang dibutuhkan tadi dari lingkungan. Senyawa tersebut telah menjadi faktor pertumbuhan bagi bakteri (Brooks, Butel & Morse, 2008).

2.2.3 Media Nutrient Agar (NA)

Nutrient Agar adalah medium padat untuk pertumbuhan mikroorganisme yang umum digunakan dalam berbagai kultur

mikroorganisme. Ada berbagai jenis agar-agar yang tumbuh berbagai jenis bakteri baik. Beberapa memiliki lebih banyak garam di dalamnya, beberapa memiliki lebih banyak protein. Namun *Nutrient Agar* adalah medium standar untuk tumbuh berbagai jenis bakteri dan merupakan cara yang baik untuk mulai belajar tentang bagaimana koloni bakteri dapat tumbuh dan menyebar. Ada tiga tipe mikroorganisme yang tumbuh sangat baik apabila dikultur dengan menggunakan *Nutrient Agar* antara lain; *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis* (Safitri, 2010).



Gambar 2.3 Koloni *Staphylococcus aureus* pada Media *Nutrient Agar Slant* (Dokumentasi Pribadi, 2019).

2.3 Pertumbuhan Bakteri

2.3.1 Kandungan Tepung Biji Kurma Sebagai Pertumbuhan Bakteri

Pada penelitian ini, peneliti memanfaatkan biji kurma sebagai media pertumbuhan bakteri dengan menggunakan bahan dasar tepung biji kurma. Dari hasil penelitian tentang kandungan tepung biji kurma yang telah dilakukan oleh (Lutfi, 2011) dan (Ali-Mohamed et al., 2004), dapat

diketahui kandungan dan fungsi masing-masing komponen tepung biji kurma dalam 100 gram untuk pertumbuhan bakteri antara lain:

1. Air 7,00%

Air dapat digunakan sebagai sumber energi, sumber oksigen, sebagai pelarut dan alat pengangkut dalam metabolisme mikroba (Brooks et al., 2008).

2. Protein 4,68%

Protein merupakan nutrisi terpenting bagi pertumbuhan bakteri karena digunakan untuk mensintesis makanan dalam pembentukan sel dan pertumbuhan (Brooks et al., 2008).

3. Lemak 11,51%

Lemak dapat digunakan sebagai sumber energi. Energi lemak, sedikitnya dua kali lebih besar daripada karbohidrat, lemak juga berfungsi untuk melarutkan vitamin yang larut dalam lemak seperti vitamin A, D, E dan K. Untuk itu lemak juga diperlukan untuk pertumbuhan bakteri (Elisabeth, 2013).

4. Karbohidrat 63,84%

Kandungan karbohidrat yang tinggi dapat digunakan sebagai sumber energi untuk membangun sel (sintesis protoplasma) dan bagian-bagian sel lainnya (Bimbi, 2012).

5. Kadar Abu 1,11%

Abu merupakan residu dari senyawa anorganik dari proses pembakaran atau oksidasi. Kadar abu menunjukkan total mineral yang terkandung dalam bahan. Sebagian besar bakteri membutuhkan

karbon dari senyawa anorganik atau disebut *autotrof*. Bakteri membutuhkan mineral misalnya natrium, kalium, kalsium, magnesium, mangan, besi, seng, tembaga dan kobalt untuk pertumbuhan yang normal (Pelczar & Chan, 2010).

2.3.2 Fase Pertumbuhan Bakteri

Menurut Rizky (2013), terdapat 4 fase pertumbuhan bakteri ketika ditumbuhkan pada kultur curah (*batch culture*) yaitu:

a. Fase Adaptasi (*Lag Phase*)

Sel dalam fase statis ketika dipindah ke media baru maka sel akan melakukan proses adaptasi. Proses adaptasi meliputi sintesis enzim baru yang sesuai dengan medianya dan pemulihan terhadap metabolit yang bersifat toksik (misalnya asam, alkohol, dan basa) pada waktu di media lama.

Pada fase ini tidak dijumpai pertambahan jumlah sel. Akan tetapi terjadi pertambahan volume sel, karena pada fase statis sel biasanya melakukan pengecilan ukuran. Akan tetapi fase adaptasi dapat dihindari (langsung ke fase perbanyakan), jika sel di media lama mengalami fase perbanyakan dan dipindah ke media baru yang sama komposisinya dengan media lama (Pelczar & Chan, 2008).

b. Fase Perbanyakan (*Exponential Phase*)

Setelah sel memperoleh kondisi ideal dalam pertumbuhannya sel akan melakukan pembelahan. Pembelahan sel merupakan persamaan eksponensial, maka fase ini disebut juga fase eksponensial. Pada fase perbanyakan jumlah sel meningkat sampai batas tertentu atau sampai

memasuki fase statis. Pada fase perbanyakkan sel melakukan konsumsi nutrisi dan proses fisiologis lainnya (Pelczar & Chan, 2008).

c. Fase Statis (*Stationer Phase*)

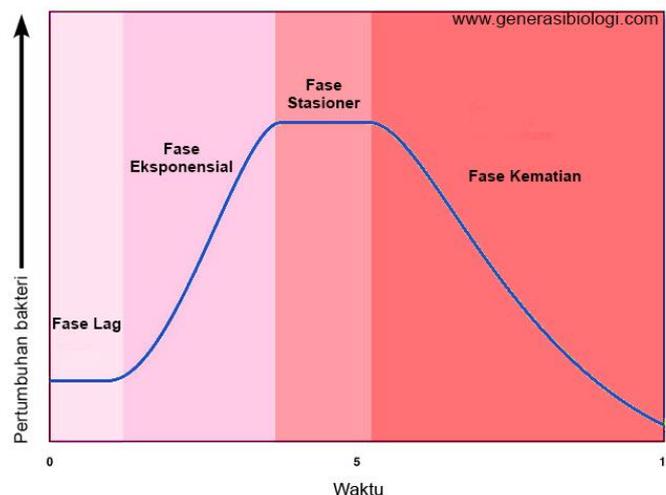
Pada fase statis bakteri tidak melakukan pembelahan sel. Alasan bakteri tidak melakukan pembelahan sel pada fase ini bermacam-macam, antara lain:

- a) Nutrien habis
- b) Akumulasi metabolit toksik (misalnya alkohol, asam dan basa)
- c) Penurunan kadar oksigen
- d) Penurunan nilai a^w (ketersediaan air)

Pada fase ini juga biasanya sel melakukan adaptasi terhadap kondisi yang kurang menguntungkan. Akibat dari adaptasi ini dapat menghasilkan senyawa antibiotika dan antioksidan yang diinginkan manusia (Pelczar & Chan, 2008).

d. Fase Kematian (*Death Phase*)

Penyebab utama kematian adalah autolisis sel dan penurunan energi seluler. Beberapa bakteri hanya mampu bertahan beberapa jam selama fase statis dan kemudian masuk ke fase kematian, sementara itu ada bakteri yang mampu bertahan harian sampai mingguan atau tahunan pada fase statis dan baru kemudian baru memasuki fase kematian. Untuk bakteri yang mampu bertahan tahunan pada fase statis biasanya bakteri tersebut membentuk spora (Pelczar & Chan, 2008).



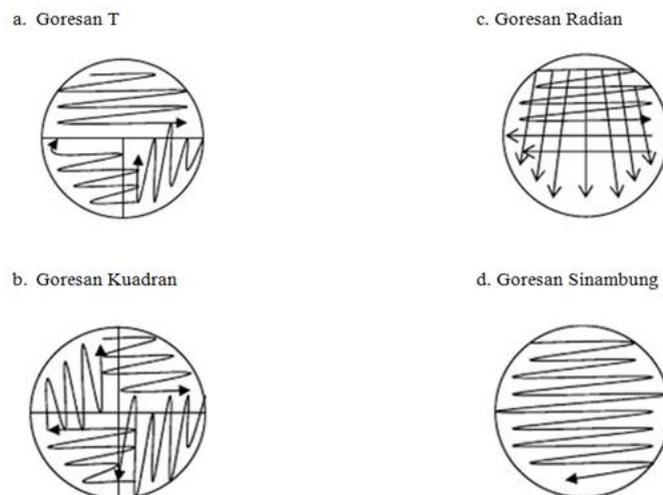
Gambar 2.4 Kurva Pertumbuhan Bakteri (Tamam, 2016)

2.3.3 Teknik Isolasi Pertumbuhan Bakteri

Menurut Rakhmawati dkk (2011), terdapat 3 metode isolasi kultur bakteri campuran sehingga diperoleh koloni-koloni terpisah (*discrete colonies*) yang selanjutnya dapat diisolasi sebagai biakan murni. Ketiga metode tersebut adalah metode *streak plate* (metode gores), metode *pour plate* (metode tuang), dan metode *spread plate* (metode tabur). Prinsip dasar ketiga metode tersebut adalah mereduksi jumlah sel bakteri dalam inokulum (sampel).

a. Metode *Streak Plate* (Metode Gores)

Merupakan metode isolasi kualitatif yang hemat waktu, alat dan bahan. Pada prinsipnya metode ini merupakan teknik pengenceran dengan goresan dari satu ose biakan campuran yang diinokulasikan pada permukaan *agar plate*. Berbagai model penggoresan dapat dilakukan untuk mendapatkan koloni-koloni yang terpisah antara lain: goresan T, goresan kuadran, goresan radian, dan goresan sinambung.



Gambar 2.5 Metode *Streak Plate* (Brilliantoro, 2013)

b. Metode *Pour Plate* (Metode Tuang)

Metode isolasi ini memerlukan suatu serial pengenceran dari kultur campuran dengan menggunakan jarum ose (*loop*). Koloni-koloni yang saling terpisah dari yang lain akan tumbuh pada seluruh medium agar plate dan tidak hanya tumbuh pada permukaan medium agar plate. Prosedur isolasi ini dapat pula digunakan untuk menghitung secara kuantitatif jumlah sel viable dari suatu kultur bakteri apabila inokulum dan serial pengenceran dibuat dengan volume terukur.

c. Metode *Spread Plate* (Metode Tabur)

Metode ini menggunakan campuran mikroorganisme yang sudah diencerkan terlebih dahulu, kemudian sebanyak satu ose penuh (*loopful*) inokulum yang sudah diencerkan, diinokulasikan secara aseptik di bagian tengah medium agar dan diratakan dengan menggunakan batang drigalsky steril. Dengan metode ini koloni-koloni akan tumbuh hanya di permukaan *agar plate* saja. Prosedur ini dapat pula digunakan untuk menghitung secara kuantitatif jumlah sel viable

dari suatu kultur bakteri apabila inokulum dan serial pengenceran dibuat dengan volume terukur.

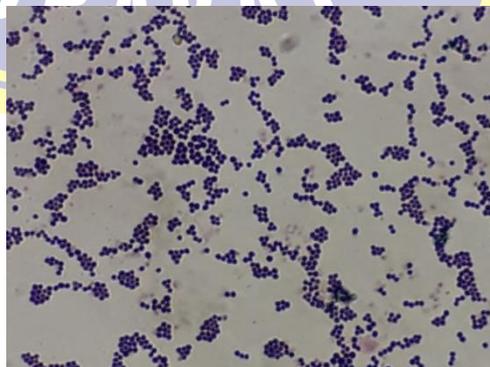
2.4 *Staphylococcus aureus*

2.4.1 Definisi

Staphylococcus aureus merupakan bakteri fakultatif anaerob. Bakteri ini tumbuh pada suhu optimum 37°C, tetapi membentuk pigmen paling baik pada suhu kamar (20-25°C). Koloni pada perbenihan padat berwarna abu-abu sampai kuning keemasan, berbentuk bundar, halus, menonjol dan berkilau. Lebih dari 90% isolat klinik menghasilkan *Staphylococcus aureus* yang mempunyai kapsul polisakarida atau selaput tipis yang berperan dalam virulensi bakteri (Jawetz et al., 2008). Pada lempeng agar, koloninya berbentuk bulat, diameter 1 – 2 mm, cembung, buram, mengkilat dan konsistensinya lunak. Pada lempeng agar darah umumnya koloni lebih besar dan pada variasi tertentu koloninya di kelilingi oleh zona hemolisis (Syahrurahman et al., 2010).

2.4.2 Klasifikasi

Menurut Syahrurahman et al., (2010) klasifikasi *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut :



Gambar 2.6 Mikroskopik *Staphylococcus aureus*
(Dokumentasi Pribadi, 2019)

Domain	: Bacteria
Kingdom	: Eubacteria
Ordo	: Eubacteriales
Famili	: Micrococcaceae
Genus	: Staphylococcus
Spesies	: <i>Staphylococcus aureus</i>

2.4.3 Morfologi

Staphylococcus aureus merupakan bakteri Gram-positif berbentuk bulat berdiameter 0,7 – 1,2 μm , tersusun dalam kelompok-kelompok yang tidak teratur seperti buah anggur, fakultatif anaerob, tidak membentuk spora, dan tidak bergerak. Berdasarkan bakteri yang tidak membentuk spora, maka *Staphylococcus aureus* termasuk bakteri yang paling kuat daya tahannya. Pada agar miring dapat tetap hidup sampai berbulan-bulan, baik dalam lemari es maupun pada suhu kamar. Dalam keadaan kering pada benang, kertas, kain dan dalam nanah dapat tetap hidup selama 6 – 14 minggu (Syahrurahman et al., 2010).

2.4.4 Struktur Antigen

Staphylococcus aureus mengandung antigen polisakarida dan protein seperti zat lain yang penting dalam struktur dinding sel. Peptidoglikan suatu polimer polisakarida yang mengandung subunit-subunit yang memberikan eksoskeleton yang kaku dari dinding sel. Peptidoglikan dirusak oleh asam kuat atau paparan terhadap lisozim ini penting dalam patogenesis infeksi, infeksi akan merangsang pembentukan interleukin 1 (*pirugen endogen*) dan antibodi opsonin oleh monosit dan ini

dapat menjadi penarik kimiawi bagi *leukosit polimorfonuklear*, mempunyai aktivitas seperti endotoksin dan mengaktivasi komplomen.

Antigen ini merupakan kompleks peptidoglikan asam teikhoat dan dapat menghambat fagositosis dan bagian ini yang diserang bakteriofaga. *Staphylococcus* bersifat *lisogenik* yang mengandung faga dan tidak berpengaruh pada dirinya sendiri, tetapi menyebabkan lisis pada anggota dari spesies sama. *Staphylococcus aureus* merupakan kuman patogen yang bersifat invasif, penyebab hemolisis, membentuk koagulase. Mencairkan gelatin, membentuk pigmen kuning emas. Protein A merupakan komponen dinding sel kebanyakan galur *Staphylococcus aureus* yang bisa mengikat ke bagian fungsi efektor molekul IgG kecuali IgG3. Meskipun IgG terikat pada protein A, namun fragmen Fab tetap bisa bebas berikatan dengan antigen spesifik.

Protein A telah menjadi reagen yang penting dalam imunologi dan teknologi laboratorium diasnognik, contohnya protein A yang dilekati dengan molekul IgG terhadap antigen bakteri spesifik akan mengaglutinasi bakteri yang mempunyai antigen tersebut (ko-aglutinasi). Beberapa galur *Staphylococcus aureus* mempunyai kapsul yang menghambat fagositosis oleh *leukosit polimorfonuklear* kecuali jika terdapat antibodi spesifik. Sebagian besar galur *Staphylococcus aureus* mempunyai koagulase atau faktor penggumpalan pada permukaan dinding sel; ikatan koagulase secara non enzimatik pada fibrinogen, menyebabkan agregasi pada bakteri. Tes serologi kegunaannya terbatas untuk *Staphylococcus aureus* (Jawetz *et al.*, 2008).

2.4.5 Enzim dan Toksin

Menurut Jawetz et al., (2008), *Staphylococcus* dapat menimbulkan penyakit melalui kemampuannya berkembang biak dan menyebar luas dalam jaringan dan melalui pembentukan berbagai zat ekstraseluler. Beberapa zat ini adalah enzim, sedangkan yang lain diduga toksin, meskipun berfungsi sebagai enzim. Kebanyakan toksin berada di bawah pengendalian genetik plasmid, beberapa di bawah pengendalian kromosom dan ekstrakromosom, dan untuk yang lain, mekanisme pengendalian genetiknya tidak diketahui.

1. Katalase

Staphylococcus menghasilkan katalase, yang mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Tes katalase membedakan *Staphylococcus*, yang positif, dari *Streptococcus*, yang negatif.

2. Koagulase

Staphylococcus aureus menghasilkan koagulase, suatu protein mirip enzim yang dapat menggumpalkan plasma yang telah diberi oksalat atau citrat dengan bantuan suatu faktor yang terdapat dalam banyak serum. Faktor serum bereaksi dengan koagulase untuk menghasilkan esterase dan menyebabkan aktivitas pembekuan, dengan cara yang mirip dengan pengaktifan protrombin menjadi trombin. Daya kerja koagulase itu tidak memakai jalur rangkaian reaksi untuk penggumpalan plasma dalam keadaan normal.

3. Enzim Lain

Enzim lain yang dihasilkan oleh *Staphylococcus* antara lain yaitu hialuronidase, atau faktor penyebaran, stafilokinase yang menyebabkan fibrinolisis atau lebih lambat dari pada streptokinase, proteinase dan beta-laktamase.

4. Eksotoksin

Toksin ini dapat menyebabkan nekrosis pada kulit, dan mengandung homolisin yang dapat larut yang dapat dipisahkan dengan elektroforesis. Toksin alfa (hemolisin) adalah protein heterogen yang dapat melisis eritrosit dan merusak trombosit. Toksin beta merusak afingomielin dan bersifat racun untuk berbagai jenis sel, termasuk sel darah manusia.

5. Lekosidin

Toksin *Staphylococcus aureus* ini dapat mematikan sel darah putih pada banyak hewan yang terkena.

6. Toksin Eksfoliatif

Toksin *Staphylococcus aureus* ini meliputi sekurangnya dua protein yang mengakibatkan deskuamasi menyeluruh pada sindroma lepuh kulit stafilokokus. Antibodi spesifik dapat melindungi terhadap kerja toksin eksfoliatif ini.

7. Enterotoksin

Stafilokokus merupakan penyebab penting dalam keracunan makanan, enterotoksin dihasilkan ketika *Staphylococcus aureus* tumbuh pada makanan yang mengandung karbohidrat dan protein. Manusia dan

keras yang memakan 25 µg enterotoksin B akan mengalami muntah-muntah diare. Efek muntah ini mungkin akibat perangsangan sistem saraf pusat (pusat muntah) setelah toksin bekerja pada reseptor-reseptor saraf dalam usus. Enterotoksin dapat diukur dengan tes presipitin (difusi gel).

8. Lekotoksin

Lekotoksin dapat membunuh leukosit melalui proses imunologis, yaitu pembentukan suatu kompleks antigen-antibodi. Cara kerja toksin ini yaitu antigen *Staphylococcus* yang masuk ke dalam tubuh induk semang, kemudian berikatan dengan antibodi. Ikatan ini berikatan lagi dengan komplemen yang terdapat pada serum penderita, sehingga dapat mengakibatkan terbentuknya zat-zat yang menyebabkan migrasinya leukosit ke tempat masuknya antigen *Staphylococcus* tersebut (Salma, 2018).

9. Fibrinolisin

Fibrinolisin berfungsi seperti pada enzim anti pembekuan darah, yaitu mengubah plasma menjadi bahan terlarut. Akibatnya *Staphylococcus* mempunyai kesempatan menyebar lebih luas (Wulandari, 2016).

2.4.6 Patogenitas

Sebagian bakteri *Staphylococcus aureus* merupakan flora normal pada kulit, saluran pernafasan, dan saluran pencernaan makanan pada manusia. Bakteri ini juga ditemukan di udara dan lingkungan sekitar. *Staphylococcus aureus* yang patogen bersifat invasif, menyebabkan

hemolisis, membentuk koagulasi, dan mampu meragikan manitol. *Staphylococcus aureus* yang terdapat di folikel rambut menyebabkan terjadinya nekrosis pada jaringan setempat (Jawetz et al., 2008).

Kusuma (2009) menambahkan bahwa beberapa penyakit infeksi yang di sebabkan oleh *Staphylococcus aureus* adalah bisul, jerawat, impetigo, dan infeksi luka. infeksi yang lebih berat diantaranya pneumonia, mastitis, plebitis, meningitis, infeksi saluran kemih, osteomielitis, dan endokarditis. *Staphylococcus aureus* juga merupakan penyebab utama infeksi nosokomial, keracunan makanan, dan sindroma syok toksik.

2.4.7 Gambaran Klinik

Infeksi lokal stafilocokus tampak sebagai jerawat, infeksi folikel rambut atau abses. Terdapat reaksi inflamasi yang kuat, terlokalisir dan nyeri yang mengalami supurasi sentral dan sembuh dengan cepat jika pus dikeluarkan. Dinding fibrin dan sel sekitar bagian tengah abses cenderung mencegah penyebaran organisme dan hendaknya tidak dirusak oleh manipulasi atau trauma.

Keracunan makanan akibat enterotoksin stafilocokus di tandai dengan waktu inkubasi yang pendek 1 – 8 jam, mual hebat, muntah dan diare tidak ada demam. Sindrom syok toksik timbul secara tiba-tiba dengan gejala demam tinggi, muntah, diare, mialgia, ruam bentuk skarlatina, dan hipotensi yang disertai dengan gagal jantung dan gagal ginjal pada sebagian kasus yang berat sering terjadi dalam waktu 5 hari

dan sindrom ini dapat berulang. Sindrom syok toksin dapat ditemukan di vagina pada luka atau infeksi kulit lainnya.

Jika *Staphylococcus aureus* menyebar dan terjadi bakterimia, maka dapat terjadi endokarditis, osteomielitis hematogenus akut, meningitis atau infeksi paru-paru dapat dihasilkan. Manifestasi klinik mirip dengan yang tampak pada infeksi sistemik. Lokalisasi sekunder dalam organ atau sistem disertai sindrom dan pada tanda disfungsi organ dan supurasi lokal. Sindroma syok toksik di manifestasikan demam tinggi yang terjadi tiba-tiba, muntah, diare, mialgia, ruam bentuk scarlet, dan hipotensi dengan gagal jantung dan gagal ginjal pada kasus yang sangat berat. Penyakit ini menyerang dalam 5 hari, pada menstruasi wanita muda yang menggunakan tampon, tetapi juga dapat terjadi pada anak-anak atau laki-laki yang mengalami infeksi luka akibat *Staphylococcus aureus* (Jawetz et al., 2008)

2.4.8 Diagnosis

Dalam kasus infeksi ringan biasanya tidak perlu dilakukan diagnosis untuk pengujian di laboratorium. Tetapi jika infeksi berat atau bahkan lebih serius seperti infeksi pneumonia dan endokarditis memerlukan pembiakan sampel dari cairan tubuh atau daerah yang terinfeksi. Selanjutnya laboratorium akan melakukan tes khusus untuk memberikan antibiotik yang efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri yang menyebabkan infeksi tersebut (Oktalia, 2009).

2.4.9 Pemeriksaan Laboratorium

1. Biakan

Spesimen yang ditanam pada cawan petri agar darah akan membentuk suatu koloni yang khas dalam 18 jam pada suhu 37°C. Untuk bisa melihat ada atau tidaknya hemolisin dan terbentuknya pigmen, inkubasi harus lebih lama lagi. Pada infeksi campuran penanaman pada media ditambah 7,5% NaCl agar flora lain sulit tumbuh (Jawetz et al., 2008).

Manitol Salt Agar (MSA) merupakan media selektif karena memiliki konsentrasi yang sangat tinggi NaCl 7,5%. Kebanyakan bakteri tidak dapat bertahan hidup di lingkungan kadar garam sangat tinggi. Tetapi genus *Staphylococcus aureus* sudah beradaptasi dengan lingkungan tinggi kadar garam dan tumbuh dengan baik pada media ini. *Staphylococcus aureus* mampu memfermentasi manitol. Produk yang dihasilkan bakteri ini adalah asam organik, yang mengubah indikator pH di MSA dari merah menjadi kuning cerah sehingga bakteri lainnya tidak tahan asam dan tidak dapat tumbuh (Ismayanti, 2017).

2. Pewarnaan Gram

Pewarnaan gram merupakan proses pewarnaan yang memakai zat warna kristal violet yang berwarna biru dan zat warna safranin yang berwarna merah, untuk bisa memisahkan bakteri menjadi dua kategori berdasarkan karakteristik dinding sel mikro bakteri. Prosedur pemeriksaan ini dimulai dengan cara melapisi spesimen dengan zat

warna krista violet. Kemudian dicuci dan diberi zat warna safranin. Berdasarkan karakteristik dinding sel, mikroorganisme tertentu menyerap zat warna kristal violet ke dalam dinding sel dan mempertahankannya selama pencucian sehingga pada akhirnya akan berwarna biru menandakan mikroorganisme tersebut merupakan Gram positif. Mikroorganisme yang tidak bisa mempertahankan zat warna kristal violet pada saat pencucian akan berwarna merah setelah pemberian zat warna safranin sehingga mikroorganisme ini disebut Gram negatif (Ismayanti, 2017).

3. Tes Katalase

Tes larutan hidrogen peroksida ditempatkan pada gelas objek dan sejumlah kecil bakteri yang tumbuh diletakkan pada larutan tersebut, pembentukan gelembung atau pelepasan oksigen yang menunjukkan bahwa hasil tes positif. Tes ini dapat dilakukan dengan cara menuangkan larutan hidrogen peroksida pada biakan bakteri yang padat pada agar miring dan diamati munculnya gelembung. Hasil uji katalase menunjukkan bahwa *Staphylococcus aureus* bersifat katalase positif yang ditandai dengan dihasilkannya gelembung-gelembung gas O_2 pada preparat bakteri yang ditetesi hidrogen peroksida. Bakteri ini memproduksi enzim katalase yang dapat memecah H_2O_2 menjadi H_2O dan O_2 . Karakteristik yang dimiliki oleh *Staphylococcus aureus* yaitu biokimia katalase positif. Komponen hidrogen peroksida ini merupakan salah satu hasil dari metabolisme respirasi aerobik bakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri karena bersifat toksik

bagi bakteri itu sendiri sehingga komponen ini harus dipecah menjadi H₂O dan O₂ (Nurkusuma, 2009).

4. Tes Koagulase

Plasma sitrat yang telah diencerkan 1 : 5 dicampur dengan pertumbuhan koloni pada agar atau biakan cair. Kemudian di inkubasi selama 3 jam pada suhu 37°C. Tabung plasma di campur dengan media cair yang steril dipakai sebagai kontrol. Prinsip dari tes ini adalah plasma yang telah dicampur dengan oksalat atau citrat bereaksi dengan koagulase untuk menghasilkan esterase dan menyebabkan aktivitas pembekuan, dengan cara yang mirip dengan pengaktifan protrombin menjadi trombin. Jika penggumpalan terjadi dalam waktu 1 – 4 jam berarti hasil tes ini positif. (Ismayanti, 2017).

2.4.10 Pengobatan

Pengobatan infeksi yang disebabkan *Staphylococcus aureus* dapat disembuhkan dengan bermacam-macam antibiotika, baik secara alami dan kimiawi. Pada infeksi berat biasanya diberikan antibiotik secara oral atau intravena, seperti penisilin dan metiselin. Sedangkan secara alami diberi pengobatan dengan obat herbal seperti tanaman yang mengandung antibiotik (Agung, 2009).

2.4.11 Pencegahan

Belum ada vaksin yang tersedia untuk menstimulasi kekebalan tubuh manusia melawan infeksi *Staphylococcus sp.* Serum hiperimun manusia dapat diberikan pada pasien rumah sakit sebelum tindakan bedah. Upaya pengembangan vaksin dapat dilakukan jika telah diketahui

mekanisme molekuler infeksi antara protein *adhesion Staphylococcus* dan reseptor spesifik pada jaringan inang. Komponen yang dapat menghambat interaksi tersebut sehingga dapat mencegah penempelan dan kolonisasi bakteri kemungkinan akan dirancang (Radji, 2011).

2.5 Hipotesis

Ada perbedaan pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* berdasarkan konsentrasi media biji kurma (*Phoenix dactylifera* L.).

