

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Bakteri

Mikroorganisme yang bersel satu, prokariotik, berkembangbiak dengan cara membelah diri, sangat kecil sehingga hanya dapat dilihat melalui mikroskop. Sepintas, bakteri tampak seperti bentuk kehidupan yang sederhana, namun mereka adalah makhluk yang juga memiliki kompleksitas dan mudah beradaptasi. Organisme ini ada banyak baik dalam bentuk parasit maupun hidup bebas. Bakteri memiliki kapasitas yang luar biasa untuk beradaptasi dengan lingkungan yang berubah dengan pemilihan mutan spontan. (Lumowa, 2016)

Berdasarkan bentuk morfologinya, maka bakteri dapat dibagi, atas tiga golongan, yaitu basil, golongan kokus, dan golongan spiril.

1. Bentuk kokus

Bakteri yang terbentuk seperti bola-bola kecil baik sendiri maupun berkelompok.

Penataan bentuk kokus :

- a. Mikrokokus : Bulat satu-satu
- b. Diplokokus : Bulat bergandengan dua-dua
- c. Streptokokus : Bulat bergandengan seperti rantai
- d. Tetrakokus : Bulat terdiri dari 4 sel dalam satu kelompok
- e. Sarsina : Bulat terdiri dari 8 sel yang tersusun seperti kubus
- f. Stafilokokus : Seperti buah anggur

2. Bentuk basil

Bakteri bentuk basil adalah bakteri yang berbentuk batang atau seperti silinder.

- a. Monobasil : Berbentuk batang tunggal
- b. Diplobasil : Berbentuk batang bergandengan dua-dua
- c. Streptobasil : Berbentuk batang tersusun seperti rantai

3. Bentuk spiril atau lengkung :

Bakteri bentuk spiril adalah bakteri yang bengkok atau berbengkok-bengkok serupa spiral.

- a. Vibrio : Berbentuk koma (spiral pendek tidak lengkap)
- b. Spirochaeta : Berbentuk spiral halus dan lentur
- c. Spirillum : Berbentuk spiral tebal dan kaku

2.1.1. Pengelompokan Bakteri

Bakteri dapat dikelompokkan menjadi 2 bagian berdasarkan Gramnya, yaitu:

1. Bakteri Gram positif
2. Bakteri Gram negatif

Pewarnaan Gram dapat digunakan untuk determinasi bakteri, yaitu dengan melihat hasil akhir pewarnaan bakteri. Pada akhir pewarnaan, Gram positif berwarna ungu (violet) dan bakteri Gram negatif berwarna merah. Perbedaan tersebut terjadi karena adanya perbedaan komposisi dinding selnya, dimana pada bakteri Gram negatif lebih rumit daripada Gram positif. (Harti, 2015)

Tabel 2.1. Perbedaan antara bakteri Gram positif dengan Gram negatif

| Keterangan | Gram positif | Gram negative |
|---|--|---|
| Dinding sel | Sederhana | Lebih kompleks |
| Struktur dinding sel | Satu lapisan peptidoglikan | Dua lapisan : a. Bagian luar lipopolisakarida dan protein b. Bagian dalam peptidoglikan |
| Ketebalan | 15 – 80 nm | 10 – 15 nm |
| Berat | 50% berat kering sel | 10% berat kering sel |
| Syarat nutrisi | Lebih kompleks | Lebih sederhana |
| Resistensi terhadap Penisilin Streptomisin Ungu Kristal Fisik | Lebih rentan Kurang rentan Pertumbuhan terhambat Lebih resisten | Kurang resisten Resisten Lebih resisten Kurang resisten |

Tabel 2.2 Perbedaan dinding sel bakteri Gram positif dan Gram negatif

| Senyawa kimia | Gram positif | Gram negative |
|------------------|--------------|---------------|
| Peptidoglikan | 40 – 50% | 5 – 20% |
| Asam teikoat | Ada | Tidak ada |
| Lipopolisakarida | Tidak ada | Ada |
| Protein | 10% | 60% |
| Lipid | 2% | 20% |

2.1.2. Fase Pertumbuhan bakteri

Apabila bakteri yang ditanam pada media perbenihan yang sesuai dan pada waktu-waktu tertentu diobservasi (di hitung jumlah bakteri yang hidup), pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri tersebut dapat digambarkan dengan sebuah grafik. Pertumbuhan bakteri tersebut dapat dibagi menjadi beberapa fase sebagai berikut: (Harti, 2015)

1. Fase lag = *The lag phase* = fase permulaan
Kecepatan pertumbuhan nol atau > nol (tidak maksimum), disebut juga fase adaptasi. Tidak ada penambahan populasi, tetapi penambahan substansi intraseluler sehingga ukuran sel bertambah.
2. Fase logaritma (log) = *The log phase* = fase eksponensial
Kecepatan pertumbuhan mencapai maksimum. Massa dan jumlah sel bertambah secara eksponensial dengan waktu generasi sebagai konstanta, sehingga pertumbuhan akan seimbang, yaitu sel membelah dengan kecepatan konstan serta aktivitas metabolisme konstan. Biakan dalam keadaan homogen dengan pertumbuhan sel pada kecepatan dan interval sama.
3. Fase tetap maksimum – *The stationary phase* = fase statis
Kecepatan pertumbuhan mulai menurun, terjadi akumulasi metabolit. Jumlah sel hidup tetap, namun terjadi pengurangan nutrient makan jumlah total sel mati dan hidup tetap serta akumulasi metabolit.
4. Fase kematian = *The death phase* = fase penurunan

Laju kematian secara eksponensial dan terjadi penurunan populasi sel-sel hidup hingga mencapai nol.

2.1.3. Media Pertumbuhan Bakteri

Media merupakan nutrient yang dibutuhkan mikroorganisme untuk pertumbuhan *in vitro*

1. Kultur, merupakan mikroorganisme yang tumbuh dan berkembang dalam media
2. Inokulum, merupakan mikroorganisme awal yang ditumbuhkan dalam media kultur dan biasanya biakan murni.
3. Isolat, merupakan mikroorganisme hasil isolasi dari sampel atau biakan campuran.

Kriteria media kultur ideal :

1. Mengandung nutrient yang dibutuhkan untuk pertumbuhan
2. Sesuai dengan faktor lingkungan yang dibutuhkan seperti pH, oksigen, air.
3. Tidak mengandung senyawa penghambat bagi mikroorganisme tersebut
4. Harus steril (teknik aseptik)
5. Praktis dan ekonomis

Fungsi media :

1. Secara kualitatif, digunakan untuk isolasi dan identifikasi mikroorganisme
2. Secara kuantitatif, digunakan untuk perbanyakan dan perhitungan jumlah mikroorganisme

Ketersediaan media ada 2 macam yaitu :

1. Media konvensional, merupakan media dibuat berdasarkan komposisi nutrient, ditimbang, dilarutkan, didistribusikan dalam wadah dan disterilisasi.
2. Media praktis, ada 2 jenis:
 - a. Media *ready made* : media dalam bentuk instan, ditimbang, dilarutkan dan disterilkan
 - b. Media *ready use* : media dalam bentuk siap pakai dan steril, biasanya dalam wadah disposibel (yang dapat di buang)

Macam dan fungsi nutrient dalam media:

1. Air, sebagai sumber oksigen dan pelarut nutrient
2. Pepton, sebagai sumber N organik, untuk sintesa enzim dan bahan seluler

3. Ekstrak daging/*meat extract*, sebagai sumber C dan N
4. Ekstrak khamir/*yeast extract*, untuk menstimulir pertumbuhan
5. Mineral, sebagai sumber K, Na, Mg, Fe, S, P, Cl untuk mikronutrien
6. NaCl, untuk pengaturan tekanan osmosis dan pertumbuhan halofil
7. Karbohidrat, sebagai sumber C dan energy
8. Agar-agar, gelatin, sebagai bahan pematat pada media padat, gel.

Penggolongan media:

1. Berdasarkan konsistensi, ada 3 macam:
 - a. Media padat (*solid media*), mengandung agar-agar 1.2-1.5%, biasanya dalam bentuk *plate agar* (lempeng agar) atau *slant agar* (agar miring)
 - b. Media semi padat(*semi solid media*), mengandung agar-agar 0.6-0.75%, contoh media SIM (Sulfida, Indol, Motilitas) untuk pengamatan motilitas
 - c. Media cair (*liquid media*), tanpa mengandung bahan pematat, contoh media Nutrien cair, BHI (*Brain Heart Infusion*).
2. Berdasarkan bahan penyusunnya, ada 2 macam:
 - a. Media alami, terdiri dari bahan-bahan alami. Contoh ekstrak kentang, sari wortel, ekstrak daging
 - b. Media sintesis = *chemically deined media*, terdiri dari bahan-bahan yang telah diketahui komposisinya.
3. Sifat dan fungsinya
 - a. Media transport, merupakan media untuk pengiriman spesimen atau sampel, contoh Nutrien cair, Carry and Blair Media, media Stuart, dan lain sebagainya.
 - b. Media diperkaya (*enrichment media*), merupakan media kompleks atau nutrient lengkap antara lain penambahan darah, fungsi untuk memperbanyak dan mempersubur mikroorganisme, contoh BHI.
 - c. Media eksklusif (*exclusive media*), merupakan media dengan penambaha bahan tertentu untuk pertumbuhan organism
 - d. Media selektif dan diferensial (*selective and differential media*), merupakan media dengan penambahan zat penghambat atau senyawa tertentu, sehingga dapat digunakan untuk membedakan golongan atau sifat mikroorganisme. Contohnya Endo Agar, untuk pertumbuhan bakteri

batang, dan Gram negatif sehingga koloni *Escherichia coli* dapat berwarna merah metalik.

- e. Media umum (*universal media*), merupakan media dengan bahan yang dapat dipakai untuk pertumbuhan kelompok mikroorganismenya, contoh Nutrien Agar untuk pertumbuhan bakteri, PDA (*Potato Dextrosa Agar*) untuk pertumbuhan jamur.

Pembuatan Media

1. Penimbangan bahan
Bahan ditimbang sesuai komposisi dan kebutuhan
2. Pencampuran dan pelarutan bahan
Bahan dicampur dan ditambah akuadest. Bila media padat maka dipanaskan sampai agar-agar larut
3. Distribusi dalam wadah
Media dibagikan ke dalam wadah, seperti tabung reaksi, Erlenmeyer, cawan petri, lalu ditutup dan dibungkus
4. Sterilisasi
Media disterilisasi dengan alat *autoclave* (suhu 121°C selama 15 menit)

2.2. Bakteri *Escherichia coli*

Escherichia coli adalah kuman oportunistik yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Sifatnya unik karena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus misalnya diare pada anak dan *traveler's diarrhea*, serta kemampuannya menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain di luar usus. *Escherichia coli* tumbuh baik pada hampir semua media yang biasa dipakai di laboratorium Mikrobiologi; pada media yang dipergunakan untuk isolasi kuman enterik, sebagian besar strain *Escherichia coli* tumbuh sebagai koloni yang meragi laktosa. (Karsinah, et al., 2011). Klasifikasi bakteri *Escherichia coli* adalah sebagai berikut:

Divisio : *Bacteriophyta*
 Kelas : *Gammaproteobacteria*
 Ordo : *Enterobacteriales*
 Famili : *Enterobacteriaceae*

Genus : *Escherichia*
 Spesies : *Escherichia coli*

2.2.1. Morfologi *Escherichia coli*:

1. Berbentuk batang dengan ukuran 0,4-0,7 μm x 1,4 μm
2. Merupakan bakteri Gram negatif
3. Motil dan tidak mempunyai spora
4. Temperatur optimum pertumbuhan 37°C
5. pH optimum untuk pertumbuhan 7,0-7,5
6. koloni pembenihan berwarna hijau dengan kilap logam dan bintik biru kehijauan ditengahnya pada media EMBA.

Escherichia coli merupakan bakteri Gram negatif yang memiliki morfologi kokobasil atau batang pendek, tidak membentuk spora, bermotil dan dapat menghasilkan gas dan glukosa. *Escherichia coli* tumbuh dengan baik di hampir semua media perbenihan, dapat meragi laktosa, dan bersifat mikroaerofilik. *Escherichia coli* memiliki kompleks antigen yang terdiri dari antigen O, K, dan H.

2.2.2. Daya tahan bakteri *Escherichia coli*

1. Temperatur

Daya tahan terhadap temperatur tidak sama bagi tiap-tiap spesies. Ada spesies yang mati setelah mengalami pemanasan beberapa menit di dalam medium cair, sebaliknya ada juga spesies yang tahan hidup setelah dipanasi dengan uap 100°C bahkan lebih (bakteri yang membentuk spora). *Escherichia coli* tumbuh baik pada temperatur antara 8°C-46°C dan temperatur optimum 37°C. Bakteri yang dipelihara dibawah temperatur minimum atau sedikit diatas temperatur maksimum, tidak akan mati melainkan berada di dalam keadaan tidur.

2. Kebasahan dan kekeringan

Sebenarnya bakteri menyukai keadaan basah bahkan hidup di dalam air. Tetapi di dalam air yang tertutup, bakteri tidak dapat hidup subur karena udara yang dibutuhkan tidak mencukupi.

3. Sinar

Sinar yang lebih pendek gelombangnya yaitu gelombang antara 240 μ –300 μ dapat membahayakan kehidupan bakteri, demikian juga penyinaran pada jarak dekat, sinar X, sinar radium dan sinar ultra ungu dapat membunuh bakteri.

4. Mekanik

Pengaruh tekanan udara terhadap kehidupan bakteri dapat diketahui dari hasil percobaan yaitu untuk menghentikan pembiakan bakteri diperlukan tekanan sebanyak 600 atm, untuk memamatkannya diperlukan tekanan sebanyak 6000 atm sedang untuk membunuh spora diperlukan 12.000 atm. Untuk memecahkan sel bakteri diperlukan pengguncangan 9000 kali per detik. Proses ini sering digunakan untuk melepaskan enzim-enzim dan endotoksin.

5. Depresi dan ketegangan permukaan

Sabun dapat mengurangi ketegangan permukaan, oleh karena itu dapat menyebabkan hancurnya bakteri. Empedu juga mempunyai khasiat seperti sabun, hanya bakteri yang hidup di dalam usus mempunyai daya tahan terhadap empedu. Pada umumnya diketahui bahwa bakteri Gram negatif lebih tahan terhadap pengurangan ketegangan permukaan dari pada bakteri Gram positif.

2.2.3. Faktor patogenitas dihasilkan *Escherichia coli*

1. Antigen Permukaan

Escherichia coli memiliki sedikitnya 2 jenis tipe fimbria, yaitu sebagai berikut. (Karsinah, et al., 2011)

- a. Tipe manosa sensitive (pili)
- b. Tipe manosa resisten (*Colonization Factor Antigen*, CFA dan II)

Kedua tipe fibria ini penting sebagai faktor kolonisasi, yaitu untuk pelekatan sel bakteri pada sel hospes. Sebagai contoh, CFA I dan II melekatkan *Escherichia coli* enteropatogenik pada sel epitel usus. Enteropatogenik berarti dapat menimbulkan penyakit pada saluran intestinal.

Antigen kapsul KI sering ditemukan pada *Escherichia coli* yang diisolasi dari penderita bakteremia dan bayi penderita meningitis. Antigen KI berperan menghalangi proses fagositosis sel bakteri oleh leukosit.

2. Enterotoksin

Enterotoksin yang berhasil diisolasi dari *Escherichia coli* adalah sebagai berikut.

a. Toksin LT (termolabil)

Toksin LT bekerja merangsang enzim adenilat siklase yang terdapat di dalam sel epitel mukosa usus halus, yang menyebabkan peningkatan permeabilitas sel epitel usus sehingga terjadi akumulasi cairan di dalam usus dan berakhir dengan diare. Seperti toksin kolera, toksin LT bersifat sitopatik terhadap sel tumor adrenal dan sel ovarium serta meningkatkan permeabilitas kapiler pada tes kulit kelinci. Kekuatan toksin LT 100 kali lebih rendah dibandingkan toksin kolera dalam menimbulkan diare.

b. Toksin ST (termostabil)

Toksin ST tidak merangsang aktivitas enzim adenilat siklase dan tidak reaktif dalam tes kulit kelinci. Untuk mendeteksi toksin ST, dipakai *suckling mouse test*, yang setelah 4 jam inokulasi akan memberikan hasil positif. Toksin ST bekerja dengan mengaktifkan enzim guanilat siklase menghasilkan guanisin monofosfat siklik, menyebabkan gangguan absorpsi klorida dan natrium, serta dapat menurunkan motilitas usus halus.

3. Hemolisin

Pembentukan hemolisin diatur oleh plasmid. Hemolisin merupakan protein yang bersifat toksik terhadap sel biakan jaringan. Peranan hemolisin pada proses infeksi *Escherichia coli* belum diketahui dengan jelas. Akan tetapi, galur *Escherichia coli* hemolitik ternyata lebih patogen daripada galur yang nonhemolitik.

Penyakit-penyakit lain yang disebabkan oleh *E. coli* adalah:

1. Infeksi saluran kemih mulai dari sistitis sampai pielonefritis, *E. coli* merupakan penyebab dari lebih 85% kasus.
2. Pneumonia; di Rumah Sakit *E. coli* menyebabkan $\pm 50\%$ dari *Primary Nosocomial Pneumonia*.
3. Meningitis pada bayi baru lahir
4. Infeksi luka terutama luka di dalam abdomen.

2.3. Bakteri *Staphylococcus aureus*

Stafilokokus berasal dari perkataan *staphyle* yang berarti kelompok buah anggur dan kokus yang berarti benih bulat. Kuman ini sering ditemukan sebagai kuman flora normal pada kulit dan selaput lendir pada manusia. Dapat menjadi penyebab infeksi baik pada manusia maupun pada hewan. Beberapa jenis kuman ini dapat membuat enterotoksin yang dapat menyebabkan keracunan makanan. Kuman ini dapat diasingkan dari bahan-bahan klinik, *carriers*, makanan dan dari lingkungan. (Warsa, 2011)

Infeksi oleh jenis kuman ini yang terutama menimbulkan penyakit pada manusia. Setiap jaringan ataupun alat tubuh dapat diinfeksi olehnya dan menyebabkan timbulnya penyakit dengan tanda-tanda yang khas, yaitu peradangan nekrosis dan pembentukan abses. Infeksinya dapat berupa furunkel yang ringan pada kulit sampai berupa suatu piemia yang fatal. Kecuali impetigo, umumnya kuman ini menimbulkan penyakit yang bersifat sporadik bukan epidemik. (Warsa, 2011). Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut:

Divisio : *Protophyta*
 Kelas : *Schyzomycetes*
 Ordo : *Eubacteriales*
 Famili : *Micrococcaceae*
 Genus : *Staphylococcus*
 Spesies : *Staphylococcus aureus*

2.3.1. Morfologi *Staphylococcus aureus*

1. Umumnya berbentuk bola tersusun seperti buah anggur, tidak bergerak/flagel dan tidak berspora
2. Merupakan bakteri Gram positif
3. Suhu optimum 35°C
4. Suhu pertumbuhan 15-40°C
5. Tumbuh dengan baik pada suhu 37°C
6. Diameter 0,8-1,0 mikron
7. pH optimum untuk pertumbuhan ialah 7,4

Staphylococcus aureus ini berbentuk sferis, bila menggerombol dalam susunan yang tidak teratur mungkin sisinya agak rata karena tertekan. Pada

sediaan langsung yang berasal dari nanah dapat terlihat sendiri, berpasangan, menggerombol dan bahkan dapat tersusun seperti rantai pendek. Susunan gerombolan yang tidak teratur biasanya ditemukan pada sediaan yang dibuat pembedahan padat, sedangkan dari pembedahan kaldu biasanya ditemukan tersendiri atau tersusun sebagai rantai pendek. *Staphylococcus aureus* ini tidak bergerak, tidak berspora dan Gram positif. Hanya kadang-kadang yang Gram negatif dapat ditemukan pada bagian tengah gerombolan kuman, pada kuman yang telah difagositosis dan pada biakan tua yang hampir mati. (Warsa, 2011)

2.3.2. Daya tahan bakteri *Staphylococcus aureus*

Diantara semua kuman yang tidak membentuk spora, maka *Staphylococcus aureus* termasuk jenis kuman yang paling kuat daya tahannya. Pada agar miring dapat tetap hidup sampai berbulan-bulan, baik dalam lemari es maupun suhu kamar. Dalam keadaan kering pada benang, kertas, kain dan dalam nanah dapat tetap hidup selama 6-14 minggu. *Staphylococcus aureus* dapat tumbuh dalam larutan NaCl 15%. Bakteri ini resisten terhadap panas tetapi mudah dihambat oleh bahan kimia tertentu. (Warsa, 2011)

2.3.3. Faktor virulensi dihasilkan *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus menyebabkan berbagai infeksi bernanah dan keracunan pada manusia. Impetigo (infeksi kulit) atau bisul pada bayi baru lahir merupakan penyakit kulit akibat infeksi *Staphylococcus* yang paling sering terjadi. Impetigo sering terjadi pada anak-anak, biasanya disekitar hidung. Penyebaran penyakit ini cukup tinggi, terutama di daerah endemik.

Infeksi *Staphylococcus aureus* dapat menginvasi dan menyerang setiap bagian tubuh. Bakteri ini dapat ditemukan pada hidung, mulut, kulit, mata, jari, usus, dan hati. Bakteri ini akan bertahan dalam waktu yang lama di berbagai tempat. *Staphylococcus aureus* dapat tinggal sementara di daerah kulit yang basah dan dimiliki oleh 20-50% manusia. Anak-anak, penderita diabetes, tenaga kesehatan, dan pasien penyakit kulit biasanya berisiko tinggi mengalami infeksi *Staphylococcus aureus*. Ini disebabkan infeksi *Staphylococcus aureus* biasanya terjadi pada luka terbuka atau luka potong.

Staphylococcus aureus dapat menyebabkan penyakit dengan kemampuannya melakukan pembelahan dan menyebar luas kedalam jaringan dan

melalui produksi beberapa bahan ekstraseluler. Adapun toksin yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

1. Koagilase

Staphylococcus aureus produksi enzim [koagilase](#) yang berfungsi untuk, menggumpalkan [fibrinogen](#) di dalam [plasma darah](#) sehingga *Staphylococcus aureus* terlindung dari [fagositosis](#) dan respon imun lain dari inang.

2. Protein A

Letak protein A ada pada [dinding sel](#) *Staphylococcus aureus* dan dapat mengganggu sistem imun inang dengan mengikat [antibodi immunoglobulin G](#) (IgG).

3. Eksotoksin

Eksotoksin merupakan protein bakteri yang diproduksi dan dikeluarkan ke lingkungannya selama pertumbuhan bakteri patogen. Eksotoksin terdiri atas α -toksin, β -toksin, γ -toksin, dan δ -toksin yang menyerang membran sel mamalia. α -toksin, β -toksin, dan δ -toksin dapat menyebabkan hemolisis. δ -toksin juga menyebabkan leukolisis sel inang. Sementara itu, γ -toksin menyebabkan terbunuhnya sel inang.

4. Enterotoksin

Toksin ini terbentuk jika bakteri ditanam dalam perbenihan semisolid yang mengandung CO₂ 30%. Enterotoksin menyebabkan keracunan makanan. Enterotoksin merupakan super[antigen](#) yang lebih stabil pada suhu panas jika dibandingkan dengan *S. aureus*. Enterotoksin (A, B, C, D, dan E) menginduksi diare, muntah dan shock.

5. Leukocidin

Toksin ini memusnahkan [leukosit](#) sel inang

6. Exfoliatin

Exfoliatin termasuk dalam superantigen juga, menyebabkan sindrom kulit melepuh pada anak-anak.

2.4. Mesin *Fingerprint*

Absen sidik jari adalah suatu metode baru yang saat ini telah berkembang menggunakan mesin dengan bantuan software untuk mengisi data kehadiran

suatu komunitas, kelompok maupun instansi yang menggunakannya. Mesin absensi sidik jari atau mesin *fingerprint scanner* dirancang khusus dengan teknologi terdepan saat ini. Mesin ini biasanya memiliki kapasitas memori yang besar dan dilengkapi dengan fitur canggih, seperti : USB Flash, Disk, Web Server, Schedule Bell, SMS Message, Workcode, Function Key, dll.

2.4.1. Teknik pembacaan sidik jari

Fingerprint dilakukan dengan alat elektronik (dalam hal ini mesin absensi sidik jari). Hasil *scanning* lalu disimpan dalam format digital pada saat registrasi atau pendaftaran sidik jari. Setelah itu, rekaman sidik jari tersebut diproses dan dibuatkan daftar pola fitur sidik jari yang unik. Pola fitur sidik jari yang unik tersebut kemudian disimpan dalam memory atau database. Pola sidik jari yang unik ini disebut dengan istilah *minutiae*. Pada saat identifikasi, pola *minutiae* tersebut kemudian dicocokkan dengan hasil scan sidik jari.

Alat absensi sidik jari maupun sensor sidik jari yang digunakan untuk keperluan lain seperti akses kontrol mempunyai beberapa teknik pembacaan sidik jari. Teknik pembacaan sidik jari oleh mesin absensi sidik jari tersebut antara lain :

1. Optis

Dengan teknik ini, pola sidik jari direkam atau discan dengan menggunakan cahaya. Alat perekam (*fingerprint scanner*) yang digunakan adalah berupa kamera digital. Tempat untuk meletakkan ujung jari disebut permukaan sentuh (*scan area*). Di bawah *scan area*, terdapat lampu atau pemancar cahaya yang menerangi permukaan ujung jari. Hasil pantulan cahaya dari ujung jari ditangkap oleh alat penerima yang selanjutnya menyimpan gambar sidik jari tersebut ke dalam memori.

Kelemahan metode ini adalah hasil *scanning* sangat tergantung dari kualitas sidik jari. Jika kualitas sidik jari kurang bagus atau luka, maka kualitas hasil pembacaan akan tidak bagus. Kelemahan lain adalah teknik ini bisa diakali dengan jari palsu. Tapi teknik ini mempunyai keuntungan mudah dilakukan dan tidak membutuhkan biaya yang mahal.

2. Ultrasonik

Tehnik ini hampir sama dengan tehnik yang digunakan dalam dunia kedokteran. Dalam tehnik ini, digunakan suara berfrekuensi sangat tinggi untuk menembus lapisan epidermal kulit. Suara frekuensi tinggi tersebut dibuat dengan menggunakan *piezoelectric sensor*. Setelah itu, pantulan energi tersebut ditangkap menggunakan alat yang sejenis. Pola pantulan ini dipergunakan untuk menyusun citra sidik jari yang dibaca. Dengan cara ini, tangan yang kotor tidak menjadi masalah. Demikian juga dengan permukaan scanner yang kotor tidak akan menghambat proses pembacaan.

3. Kapasitas

Tehnik ini menggunakan cara pengukuran kapasitansi untuk membentuk citra sidik jari. *Scan area* berfungsi sebagai lempeng kapasitor, dan kulit ujung jari berfungsi sebagai lempeng kapasitor lainnya. Karena adanya *ridge* (gundukan) dan *valley* (lembah) pada sidik jari, maka kapasitas dari kapasitor masing-masing orang akan berbeda. Kelemahan ini adalah adanya listrik statis pada tangan. Untuk menghilangkan listrik statis ini, tangan harus digrounding.

4. Thermal

Tehnik ini menggunakan perbedaan suhu antara *ridge* (gundukan) dengan *valley* (lembah) sidik jari untuk mengetahui pola sidik jari. Cara yang dilakukan adalah dengan menggosokkan ujung jari (*swap*) ke *scan area*. Bila ujung jari hanya diletakkan saja, dalam waktu singkat, suhunya akan sama karena adanya proses keseimbangan.

2.4.2 Teknik penyimpanan pada mesin absen sidik jari

Setelah proses registrasi atau pendaftaran sidik jari pada mesin absensi sidik jari, atau mesin sidik jari yang difungsikan untuk fungsi lain, maka citra atau pola sidik jari akan disimpan. Dalam proses penyimpanan citra atau pola sidik jari, terdapat beberapa teknik penyimpanan antara lain,

1. Data sidik jari disimpan di dalam perangkat alat absensi sidik jari.

Cara ini disebut sebagai pendapat desentralisasi. Biasanya terjadi pada mesin sidik jari tipe *stand alone*, yakni mesin sidik jari yang dalam pengoperasiannya bisa berjalan tanpa harus terhubung dengan komputer. Data akan tersimpan pada memori yang ada pada mesin.

Keuntungan metode ini adalah adanya kecepatan dalam proses pencocokan serta mesin absensi sidik jari bisa diletakkan di tempat yang jauh dari komputer. Kelemahannya adalah kapasitas yang terbatas sesuai dengan besar memori yang disediakan oleh mesin.

Saat ini sudah tersedia mesin absensi sidik jari yang mampu menampung sampai 5000 sidik jari atau lebih.

2. Data sidik jari disimpan pada database di computer.

Cara ini disebut sebagai cara sentralisasi. Biasanya digunakan pada alat sidik jari tipe *online* atau yang harus terhubung dengan computer. Data sidik jari yang harus diregistrasi akan langsung disimpan pada database yang ada pada *harddisk* computer.

Keuntungan cara ini adalah kapasitas penyimpanan yang sangat besar, sesuai dengan kapasitas *harddisk* komputer. Kelemahannya adalah proses identifikasi yang agak lambat dan wajib adanya komputer dalam pengoperasiannya.

2.4.3 Cara kerja akses control pintu sidik jari

Cara kerja akses control pintu yang menggunakan sidik jari bekerja berdasarkan prinsip kerja mesin identifikasi sidik jari. Sama seperti mesin absensi sidik jari, pada mesin akses control sidik jari, pengguna harus mendaftarkan dulu jarinya. Sampel jari akan disimpan di dalam alat sidik jari. Setelah sidik jari pengguna didaftarkan, lakukan pengaturan-pengaturan yang terkait dengan akses control (*access control system*), seperti grup, *timezone* (pengaturan waktu akses), kombinasi akses, *antipassback* dan lain-lain.

Pada saat pengguna melakukan verifikasi pada alat sidik jari, maka mesin sidik jari tersebut akan memeriksa apakah sidik jari yang baru saja *discan* cocok dengan salah satu sidik jari yang tersimpan di dalam alat sidik jari tersebut. Jika terdapat kecocokan, maka alat tersebut akan mengirimkan sinyal kepada alat akses control untuk membuka atau menutup relay-nya (tergantung jenis relay-nya *Normal Open* atau *Normal Close*). Akibat dari terbuka dan tertutupnya relay tersebut, kunci (*door lock*) akan terbuka dan pengguna bisa melakukan akses.

2.4.4. Perbandingan dengan system konvensional

Sistem konvensional yang dimaksud adalah sistem mekanik dimana setiap karyawan harus memasukkan sebuah kartu absensi ke dalam mesin absensi dan akan dicetak jam absensinya, dan juga sistem yang lebih canggih yaitu dengan menggunakan badge. Ada 3 jenis badge yaitu barcode, magnetik dan *proximity*. Biasanya penggunaan badge ini dengan cara menggesek badge tersebut ke alat absensi atau dengan cara mendekatkannya saja.

Pada sistem konvensional, karyawan bisa melakukan absensi tanpa harus hadir karena karyawan tersebut dapat menitipkan pada rekan kerjanya. Dengan demikian, data absensi karyawan bisa diragukan kebenarannya karena sulit diketahui apakah karyawan tersebut benar-benar melakukan absen sendiri atau diabsenkan oleh temannya. Sebagian besar masalah yang terjadi di perusahaan adalah kurangnya itikad baik dari karyawan untuk melakukan absensi sendiri, jadi perusahaan tentu akan diuntungkan yaitu karyawan menjadi lebih disiplin.

Waktu menekan biaya yang seharusnya tidak perlu untuk menggaji karyawan, dan meningkatkan produktifitas karna karyawan akan benar-benar hadir pada jam kerja. Disisi lain, karna daftar absensi otomatis masuk ke komputer tanpa memasukan data absen secara manual, karyawan akan terhindar dari kesalahan perhitungan jam kerja dan gaji.

Absensi dengan sistem konvensional juga menimbulkan biaya tambahan yang rutin, yaitu untuk membeli kartu absen kosong tiap bulannya, atau untuk yang badge perlu biaya tambahan untuk membeli badge oleh karena rusak, hilang, adanya karyawan baru, mutasi, dsb.

1. Masalah umum dalam absensi sidik jari

Beberapa masalah umum pada penggunaan mesin absensi sidik jari perlu diketahui oleh para pengguna. Hal ini berguna agar para pengguna mesin absensi sidik jari dapat segera mengerti langkah apa yang seharusnya dilakukan ketika terjadi masalah pada mesin absen tersebut. Memang tidak semuanya akan kami uraikan, mengingat bervariasinya masalah yang pernah terjadi.

Beberapa masalah terjadi karena karena *human error*, sebagian lagi memang dikarenakan mesin yang sudah melewati masa pakainya.

Di bawah ini ada beberapa masalah umum terjadi pada mesin absensi sidik jari beserta kemungkinan sebab dan alternatif tindakan yang harus dilakukan

a. Karyawan Sulit *Scan*

Sebab 1 : Ridge jari rusak, terlalu kering atau terlalu halus

Tindakan : 1. Registrasikan jari lebih dari satu, bila perlu seluruh jari tangan diregistrasikan. Sehingga jika ada salah satu jari rusak bisa menggunakan jari yang lain. Hal ini hanya mungkin jika mesin absensi sidik jari support registrasi 10 jari.

2. Untuk jari yang kering, pakailah pelembab (atau bisa menggunakan air) untuk melembabkan kulit jari.

3. Pakai verifikasi 1:1 atau dengan kata lain pakai cara absen dengan mengetikkan No.ID (PIN) terlebih dahulu. Hal ini akan memudahkan mesin untuk memeriksa template jari (sample jari) sidik jari hanya pada nomor ID itu saja. Jadi mesin tidak perlu memeriksa seluruh template jari yang ada di mesin.

4. Jika kondisi seluruh jari tidak dapat diregistrasi, pakailah fasilitas Password dan Kartu yang telah tersedia di mesin.

Sebab 2 : Permukaan kaca sensor kotor

Tindakan : Bersihkan menggunakan *scotch tape*

Sebab 3 : Sensor rusak

Tindakan : Hubungi teknisi untuk perbaikan atau penggantian

b. Setelah restart jam mesin menunjukkan jam 0:0

Sebab : Baterai habis

Tindakan : Hubungi teknisi untuk penggantian

c. Lampu sensor mati

Sebab : Led sensor rusak atau konektornya patah

Tindakan : Hubungi teknisi untuk penggantian

d. Bunyi keypad dan suara yang lain tidak bunyi

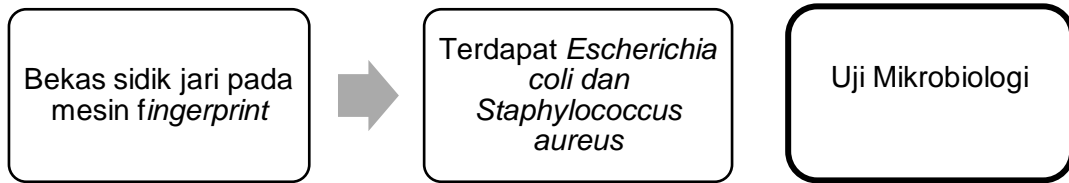
Sebab : *Speaker* atau *Buzzer* rusak

Tindakan : Hubungi teknisi untuk penggantian

2.5. Kerangka Konsep

Variabel Bebas

Variabel TerikatParameter



2.6. Definisi Operasional

1. Bekas sidik jari pada mesin *fingerprint* merupakan sampel (sidik jari dosen dan staf di jurusan Farmasi Poltekkes Kemenkes Medan) yang diambil dengan cara menswab/mengusap permukaan sentuh pada mesin *fingerprint*.
2. Untuk mengetahui terdapatnya *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada mesin *fingerprint* di jurusan Farmasi Poltekkes Kemenkes Medan dilakukan indentifikasi dengan cara penanaman sampel pada media selektif, pewarnaan gram, dan hasil akhir dilihat di mikroskop dengan cara uji mikrobiologi

2.7. Hipotesis

Terdapat bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* pada mesin *fingerprint* di Jurusan Farmasi Poltekkes Kemenkes Medan.