

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mikrobiologi

Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari organisme hidup yang berukuran kecil yang hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop. Dalam bahasa Yunani mikrobiologi tersusun atas 3 kata yaitu, *mikros* = kecil, *bios* = hidup, dan *logos* = kata atau ilmu. Organisme yang berukuran kecil sering disebut dengan mikroorganisme, mikroba/mikrobe, protista atau jasad renik. Pada umumnya, mikroorganisme diukur dengan satuan mikron (1 micron disingkat 1 μ = 0,001 mm) (Lud Waluyo ; 2007).

2.2 Ruang Lingkup Mikrobiologi

Menurut Lud Waluyo (2007), mikrobiologi merupakan bagian ilmu dari biologi yang tersusun oleh banyak disiplin ilmu. Pembagian ini tergantung arah atau orientasinya, apakah terhadap habitat (tempat hidup dan perkembangan mikroba) seperti mikrobiologi air, tanah udara; terhadap terapannya di dalam kehidupan seperti mikrobiologi lingkungan, industri, kesehatan, pasca panen, sanitasi, makanan ; atau terhadap taksonomi pengelompokkan mikroorganisme yang dibagi menjadi 5 menurut Pelczar dan Chan (2007), yaitu : *bakteri*, *protozoa*, *virus*, serta *algae* dan cendawan mikroskopis (*mikrofungi*). Selanjutnya akan lebih mendalam akan dibahas tentang *mikrofungi*.

2.3 Sifat dan Jenis Mikrofungi

Ilmu yang membahas tentang fungi disebut *Mikologi*. Sedangkan fungi untuk tingkat rendah (*mikrofungi*) masuk dalam bidang mikrobiologi (Lud Waluyo; 2007)

Mikrofungi adalah organisme heterotrofik – mereka memerlukan senyawa organik untuk nutrisinya. Mikrofungi yang hidup dari benda organik mati yang terlarut disebut *saprofit*. Saprofit menghancurkan sisa-sisa tumbuhan dan hewan yang kompleks, menguraikannya menjadi zat-zat kimia yang lebih sederhana, membusukkan kayu, makanan dan bahan lain, serta juga penting dalam fermentasi industri (Pelczar dan Chan ; 2007).

Beberapa mikrofungi juga dapat bersifat parasit menimbulkan penyakit pada inangnya baik tumbuhan ataupun hewan, termasuk manusia. Akan tetapi, di antara sekitar 500.000 spesies cendawan, hanya kurang lebih 100 yang patogenik terhadap manusia. Kematian karena infeksi oleh cendawan selain penyakit kulit sangat tinggi. Banyak mikrofungi patogenik, misalnya *Histoplasma capsulatum*, yang menyebabkan histoplasmosis (infeksi mikosis pada sistem retikuloendotelium yang meliputi banyak organ), dapat juga hidup sebagai saprofit. Fungsi seperti itu menunjukkan *dimorfisme*; artinya mereka dapat ada dalam bentuk uniselular seperti halnya khamir ataupun dalam bentuk benang (filamen) seperti halnya kapang. Fase khamir timbul bilamana organisme itu hidup sebagai parasit atau patogen dalam jaringan, sedangkan bentuk kapang bila organisme itu merupakan saprofit dalam tanah atau dalam medium laboratorium. Identifikasi di laboratorium untuk mikrofungi patogenik acapkali tergantung kepada dapat tidaknya dimorfisme ini dipertunjukkan (Pelczar dan Chan ; 2007).

Mikrofungi mampu memanfaatkan berbagai macam bahan untuk gizinya. Sekalipun demikian, mereka itu heterotrof. Berbeda dengan bakteri, cendawan tidak dapat menggunakan senyawa karbon anorganik, seperti misalnya karbon dioksida. Karbon harus berasal dari sumber organik, misalnya glucose. Beberapa

spesies dapat menggunakan nitrogen; itulah sebabnya mengapa medium biakan untuk fungi biasanya berisikan pepton. Suatu produk protein yang terhidrolisis (Lud Waluyo ; 2007).

Fisiologi mikrofungi dapat lebih bertahan dalam keadaan alam sekitar yang tidak menguntungkan dibandingkan dengan mikroorganisme lainnya. Sebagai contoh, khamir dan kapang dapat tumbuh dalam suatu substrat atau medium berisikan konsentrasi gula yang dapat menghambat pertumbuhan kebanyakan bakteri; inilah sebabnya mengapa selai, manisan dapat rusak oleh kapang tetapi tidak oleh bakteri. Demikian pula, khamir dan kapang umumnya dapat bertahan terhadap keadaan yang lebih asam daripada kebanyakan mikroorganisme yang lain (Lud Waluyo ; 2007).

Fungi secara umum dibedakan menjadi dua golongan yakni : kapang dan khamir. Kapang merupakan fungi yang berfilamen atau mempunyai miselium, sedangkan khamir merupakan fungi bersel tunggal dan tidak berfilamen (Lud Waluyo : 2007).

Khamir itu bersifat fakultatif; artinya, mereka dapat hidup baik dalam keadaan aerobik maupun keadaan anaerobik. Mikrofungi dapat tumbuh dalam kisaran suhu yang luas, dengan suhu optimum bagi kebanyakan spesies saprofitik dari 22 – 30⁰C; spesies patogenik mempunyai suhu optimum lebih tinggi, biasanya 30-37⁰C. beberapa mikrofungi akan tumbuh pada atau mendekati 0⁰C dan dengan demikian dapat menyebabkan kerusakan pada daging atau sayur-mayur dalam penyimpanan dingin (Lud Waluyo ; 2007).

Khamir termasuk mikrofungi, tetapi berbeda dengan kapang karena bentuknya yang terutama uniseluler. Reproduksi vegetatif terjadi dengan cara

pertunasan. Sebagai sel tunggal khamir tumbuh dan berkembang biak lebih cepat dibanding kapang yang tumbuh dengan pembentukan filamen. Khamir juga lebih efektif dalam memecah komponen kimia dibanding kapang, karena mempunyai perbandingan luas permukaan dengan volume yang lebih besar. Khamir lebih besar ukurannya dan morfologinya berbeda dengan bakteri (Lud Waluyo ; 2007).

Sel khamir mempunyai ukuran yang bervariasi, yaitu dengan panjang 1-5 mm sampai 20-50 mm, dan lebar 1-10 mm. Bentuk khamir bermacam-macam, yaitu bulat, oval, silinder, ogival yaitu bulat panjang dengan salah satu ujung runcing, segitiga melengkung (trianguler), berbentuk botol, bentuk apikulat atau lemon, membentuk *pseudomiselium*, dan sebagainya (Lud Waluyo ; 2007).

Ukuran dan bentuk sel khamir dalam kultur yang sama mungkin berbeda karena pengaruh perbedaan umur dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan. Sel muda mungkin berbeda bentuknya dari yang tua karena adanya proses ontogeny, yaitu perkembangan individu sel (Lud Waluyo ; 2007).

Khamir pada umumnya diklasifikasikan berdasarkan sifat-sifat fisiologisnya, dan tidak atas perbedaan morfologinya seperti kapang. Beberapa khamir tidak membentuk spora (*asporogenous*) dan digolongkan ke dalam *fungi imperfekti*, dan lainnya membentuk spora seksual sehingga digolongkan ke dalam *Ascomycetes* dan *Basidiomycetes* (Lud Waluyo ; 2007). Dari kurang lebih 15.000 spesies *Ascomycetes* kebanyakan hidup sebagai saprofit, namun ada juga yang hidup sebagai parasit diantaranya adalah *Candida* spp.

2.4 *Candida* spp.

Jamur merupakan mikroorganisme eukariotik (memiliki selaput pada inti sel) yang dapat dibagi menjadi dua bentuk, yaitu bentuk ragi/khamir (*yeast*) dan bentuk hifa (*molds*). Jamur dengan bentuk ragi adalah jamur uniseluler yang tubuhnya (miselium) terdiri dari sel-sel individual, yang dapat berdiri sendiri, berkelompok dua atau tiga, atau membentuk rantai dengan diameter 4-5 μm hingga 25 μm , sedangkan jamur dengan bentuk hifa adalah jamur multiseluler yang terdiri atas struktur berfilamen panjang yang bercabang dan terjalin satu sama lain membentuk jala (*meshwork*) atau miselium. Hifa tunggal dapat mencapai panjang 5-50 μm dengan diameter 2-4 μm (Kadrianto : 2008).

Morfologi koloni *Candida* spp. pada medium agar *sabouraud dektrosa agar* (SDA) atau *glucose-yeast extract-peptone water* umumnya berbentuk bulat dengan ukuran $(3,5-6) \times (6-10) \mu\text{m}$ dengan permukaan sedikit cembung, halus, licin, kadang sedikit berlipat terutama pada koloni yang lebih tua. Besar kecilnya koloni dipengaruhi oleh umur biakan (Komariah dan Sjam : 2012).

Gambar 2.1 Koloni *Candida* spp.



Identifikasi spesies secara mikroskopik morfologik dapat dilakukan dengan menanam jamur pada medium tertentu, seperti agar tepung jagung (*corn-meal agar*), agar tajin (*rice-cream agar*) + *tween 80*. Pada medium itu *Candida*

albicans membentuk klamidospora terminal yaitu sel ragi berukuran besar berdinding tebal dan terletak diujung hifa. Pada medium yang mengandung protein, misalnya putih telur, serum atau plasma darah, pada suhu 37°C selama 1-2 jam terjadi pembentukan kecambah (germ tube) dari blastospora. Karakteristik pembentukan klamidospora dan germ tube dapat digunakan untuk membantu identifikasi (Komariah dan Sjam : 2012).

Sel ragi/kapang (*yeast*) berkembang biak dengan membentuk tunas (*budding*) dan membentuk spora seksual (*pada perfect yeasts*) atau spora aseksual (*imperfect yeasts*). Contoh kapang yang menyebabkan penyakit pada manusia adalah *Candida*, *Cryptococcus*, dan *Pityrosporum*. Jamur yang mempunyai ragi (*yeast like fungi*) adalah jamur yang membentuk sel ragi bertunas yang bertumbuh sebagai filamen panjang yang tidak melepaskan diri dan disebut *pseudohifa* (hifa semu). Jamur dimorfik yaitu jamur yang dapat membentuk morfologi yang berbeda pada keadaan atau suhu yang berbeda, baik sebagai hifa maupun sebagai sel ragi tergantung kondisi biakan (Kadrianto : 2008).

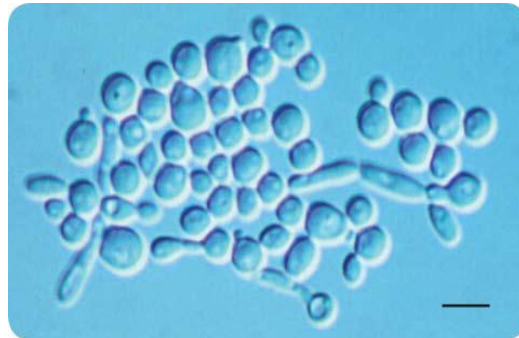
Candida adalah jamur golongan khamir yang terdiri dari banyak spesies, namun hanya sekitar 17 spesies yang dilaporkan dapat menginfeksi manusia. Spesies tersebut antara lain *Candida albicans*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida tropicalis*, *Candida krusei*, *Candida kefyr*, *Candida guilliermondii*, *Candida lusitaniae*, *Candida dubliniensis* (Retno Wahyuningsih, dkk ; 2012)

a. *Candida albicans*

Klasifikasi :
 Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota

Subphylum : Saccharomycotina
 Class : Saccharomycetes
 Ordo : Saccharomycetales
 Family : Saccharomycetaceae
 Genus : *Candida*
 Spesies : *Candida albicans* (C.P. Robin) Berkhout 1923

Gambar 2.2 Gambaran mikroskopis *Candida albicans*



Sumber : Description of Medical Fungi, University of Adelaide : 2007

Candida albicans dapat ditemukan baik dalam bentuk ragi maupun dalam bentuk hifa semu, tergantung kondisi lingkungannya. Bila dibiak pada suhu 37°C, *Candida albicans* akan membentuk sel ragi, sedangkan bila dibiak pada suhu 30°C, *Candida albicans* akan membentuk hifa semu. Dalam media biakan, *Candida albicans* dapat tumbuh baik pada media alami seperti infusum buah atau sayuran maupun pada media kultur yang mengandung pepton dengan kadar gula tinggi (Kadrianto : 2008).

Morfologi koloni *Candida albicans* pada medium padat *Sabouraud Dextrose Agar*, umumnya berbentuk bulat dengan permukaan sedikit cembung, halus, licin dan kadang-kadang sedikit berlipat-lipat terutama pada koloni yang telah tua. Umur biakan mempengaruhi besar kecil koloni. Warna koloni putih kekuningan dan berbau asam seperti aroma tape. Dalam medium cair seperti *glucose yeast, extract pepton*, *Candida albicans* tumbuh di dasar tabung.

Pada medium tertentu, diantaranya agar tepung jagung (*corn-meal agar*), agar tajin (*rice-cream agar*) atau agar dengan 0,1% glukosa terbentuk klamidospora terminal berdinding tebal dalam waktu 24-36 jam.

Pada medium agar eosin metilen biru dengan suasana CO₂ tinggi, dalam waktu 24-48 jam terbentuk pertumbuhan khas menyerupai kaki laba-laba atau pohon cemara. Pada medium yang mengandung faktor protein, misalnya putih telur, serum atau plasma darah waktu 1-2 jam pada suhu 37°C terjadi pembentukan kecambah dari blastospora.

Candida albicans dapat tumbuh pada variasi pH yang luas, tetapi pertumbuhannya akan lebih baik pada pH antara 4,5-6,5. Jamur ini dapat tumbuh dalam perbenihan pada suhu 28°C – 37°C, *Candida albicans* membutuhkan senyawa organik sebagai sumber karbon dan sumber energi untuk pertumbuhan dan proses metabolismenya. Unsur karbon ini dapat diperoleh dari karbohidrat. Jamur ini merupakan organisme anaerob fakultatif yang mampu melakukan metabolisme sel baik dalam suasana anaerob maupun aerob. Proses peragian (fermentasi) pada *Candida albicans* dilakukan dalam suasana aerob dan anaerob. Karbohidrat yang tersedia dalam larutan dapat dimanfaatkan untuk melakukan metabolisme sel dengan cara mengubah karbohidrat menjadi CO₂ dan H₂O dalam suasana aerob.

Sedangkan dalam suasana anaerob hasil fermentasi berupa asam laktat atau etanol dan CO₂. Proses akhir fermentasi anaerob menghasilkan persediaan bahan bakar yang diperlukan untuk proses oksidasi dan pernafasan. Pada proses asimilasi, karbohidrat dipakai oleh *Candida albicans* sebagai sumber energi untuk melakukan pertumbuhan sel.

Mengacu pada buku *Description of medical fungi*, uji fisiologi dari *Candida albicans* akan menunjukkan hasil seperti tabel dibawah :

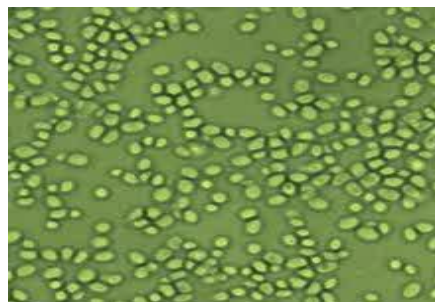
Tabel 2.1 Uji Fisiologi *Candida albicans*

Physiological Tests: + Positive, - Negative, v Variable, w Weak, s Slow							
Germ Tube	+	L-Sorbose	v	L-Arabinose	v	D-Glucitol	-(s)
Fermentation		Sucrose	v	D-Arabinose	v	α -M-D-glucoside	v
Glucose	+	Maltose	+	D-Ribose	-(s)	D-Gluconate	-(s)
Galactose	v	Cellobiose	-	L-Rhamnose	-	DL-Lactate	+
Sucrose	-(s)	Trehalose	+(s)	D-Glucosamine	v	myo-Inositol	+
Maltose	+	Lactose	-	N-A-D-glucosamine	+	2-K-D-gluconate	+
Lactose	-	Melibiose	-	Glycerol	v	D-Glucuronate	-
Trehalose	v	Raffinose	-	Erythritol	-	Nitrate	-
Assimilation		Melezitose	v	Ribitol	v	Urease	-
Glucose	+	Soluble Starch	+	Galactitol	-	0.1% Cycloheximide	+
Galactose	+	D-Xylose	+	D-Mannitol	+	Growth at 40 ^o C	+

b. *Candida glabrata*

Klasifikasi :
 Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Subphylum : Saccharomycotina
 Class : Saccharomycetes
 Ordo : Saccharomycetales
 Family : Saccharomycetaceae
 Genus : *Candida*
 Spesies : *Candida glabrata*
 (Wikipedia.org ; 2015)

Gambar 2.3 Gambaran Mikroskopis *Candida glabrata*



Sumber : Wikipedia.org ; 2015

Candida glabrata adalah ragi haploid dari genus *Candida*, yang sebelumnya dikenal sebagai *Torulopsis glabrata*. Spesies ragi ini adalah non-dimorfik dan

tidak ada aktivitas kawin. Sampai saat ini, *C. glabrata* dianggap organisme terutama non-patogenik. Namun, dengan penduduk yang semakin meningkat dari individu *immunocompromised*, tren menunjukkan *C. glabrata* menjadi patogen yang sangat oportunistik dari saluran urogenital, dan aliran darah (Candidemia). Hal ini terutama terjadi pada orang HIV positif, dan orang tua. (Wikipedia.org ; 2015)

Mengacu pada buku *Description of medical fungi*, uji fisiologi dari *Candida glabrata* akan menunjukkan hasil seperti tabel dibawah :

Tabel 2.2 Uji Fisiologi *Candida glabrata*

Physiological Tests: + Positive, - Negative, v Variable, w Weak, s Slow			
Germ Tube -	L-Sorbose -	L-Arabinose -	D-Glucitol -
Fermentation	Sucrose -	D-Arabinose -	α -M-D-glucoside -
Glucose +	Maltose -	D-Ribose -	D-Gluconate -
Galactose -	Cellobiose -	L-Rhamnose -	DL-Lactate -
Sucrose -	Trehalose -	D-Glucosamine -	<i>myo</i> -Inositol -
Maltose -	Lactose -	<i>N</i> -A-D-glucosamine -	2-K-D-gluconate v
Lactose -	Melibiose -	Glycerol +,s	D-Glucuronate -
Trehalose v	Raffinose -	Erythritol -	Nitrate -
Assimilation	Melezitose -	Ribitol -	Urease -
Glucose +	Soluble Starch -	Galactitol -	0.1% Cycloheximide -
Galactose -	D-Xylose -	D-Mannitol -	Growth at 40°C +

c. *Candida tropicalis*

Klasifikasi :
 Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Subphylum : Saccharomycotina
 Class : Saccharomycetes
 Ordo : Saccharomycetales
 Family : Saccharomycetaceae
 Genus : *Candida*
 Spesies : *Candida tropicalis*
 (Wikipedia.org ; 2015)

Candida tropicalis adalah spesies ragi dalam genus *Candida*. Hal ini mudah dikenali sebagai pathogen umum jamur medis. (Wikipedia.org ; 2015)

Pada dextrose agar koloni Sabouraud berwarna putih untuk krim berwarna , halus, dan ragi terlihat nampak gundul. Morfologi mikroskopis menunjukkan seperti bola ke subspherical pemula sel ragi atau blastoconidia. (*Mycology, University of Adelaide* : 2001).

Mengacu pada buku *Description of medical fungi*, uji fisiologi dari *Candida tropicalis* akan menunjukkan hasil seperti tabel dibawah :

Tabel 2.3 Uji Fisiologi *Candida tropicalis*

Physiological Tests: + Positive, - Negative, v Variable, w Weak, s Slow							
Germ Tube	-	L-Sorbose	v	L-Arabinose	-	D-Glucitol	+
Fermentation		Sucrose	v	D-Arabinose	-	α -M-D-glucoside	v
Glucose	+	Maltose	+	D-Ribose	-,s	D-Gluconate	v
Galactose	+	Cellobiose	+,s	L-Rhamnose	-	DL-Lactate	v
Sucrose	v	Trehalose	+	D-Glucosamine	v	myo-Inositol	-
Maltose	+	Lactose	-	N-A-D-glucosamine	+	2-K-D-gluconate	+
Lactose	-	Melibiose	-	Glycerol	v	D-Glucuronate	-
Trehalose	+,s	Raffinose	-	Erythritol	-	Nitrate	-
Assimilation		Melezitose	v	Ribitol	+,s	Urease	-
Glucose	+	Soluble Starch	+	Galactitol	-	0.1% Cycloheximide	+
Galactose	+	D-Xylose	+	D-Mannitol	+	Growth at 40°C	+

d. *Candida krusei*

Klasifikasi :
 Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Subphylum : Saccharomycotina
 Class : Saccharomycetes
 Ordo : Saccharomycetales
 Family : Saccharomycetaceae
 Genus : *Candida*
 Spesies : *Candida krusei*
 (Wikipedia.org ; 2015)

Gambar 2.4 Gambaran Mikroskopis *Candida krusei*

(Sumber : www.studyblue.com ; 2015)

Candida krusei secara teratur dikaitkan dengan beberapa bentuk diare pada bayi dan kadang-kadang dengan penyakit sistemik. Ini juga telah dilaporkan untuk menjajah pencernaan, pernapasan dan saluran urine pasien dengan granulositopenia. Isolasi lingkungan telah dibuat dari bir, produk susu, kulit, kotoran hewan, burung dan acar air garam (*Mycology, University of Adelaide* : 2001).

Mengacu pada buku *Description of medical fungi*, uji fisiologi dari *Candida krusei* akan menunjukkan hasil seperti tabel dibawah :

Tabel 2.4 Uji Fisiologi *Candida krusei*

Physiological Tests: + Positive, - Negative, v Variable, w Weak, s Slow			
Germ Tube -	L-Sorbose -	L-Arabinose -	D-Glucitol -
Fermentation	Sucrose -	D-Arabinose -	α -M-D-glucoside -
Glucose +	Maltose -	D-Ribose -	D-Gluconate -
Galactose -	Cellobiose -	L-Rhamnose -	DL-Lactate +
Sucrose -	Trehalose -	D-Glucosamine +	<i>myo</i> -Inositol -
Maltose -	Lactose -	<i>N</i> -A-D-glucosamine +	2-K-D-gluconate -
Lactose -	Melibiose -	Glycerol +	D-Glucuronate -
Trehalose -	Raffinose -	Erythritol -	Nitrate -
Assimilation	Melezitose -	Ribitol -	Urease -
Glucose +	Soluble Starch -	Galactitol -	0.1% Cycloheximide v
Galactose -	D-Xylose -	D-Mannitol -	Growth at 40°C +

e. *Candida parapsilosis*

Klasifikasi :
 Kingdom : Fungi
 Phylum : Ascomycota
 Subphylum : Saccharomycotina

Class : Saccharomycetes
 Ordo : Saccharomycetales
 Family : Saccharomycetaceae
 Genus : Candida
 Spesies : *Candida parapsilosis*

Candida parapsilosis adalah spesies jamur dari keluarga ragi yang telah menjadi penyebab signifikan dari sepsis dan luka dan jaringan infeksi pada pasien immuno-dikompromikan. Sistem kekebalan tubuh adalah pemain utama dalam infeksi *Candida parapsilosis*. Tidak seperti *Candida albicans* dan *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis* bukan patogen manusia obligat, yang telah diisolasi dari sumber bukan manusia seperti hewan domestik, serangga atau tanah. *Candida parapsilosis* juga komensal manusia normal dan itu adalah salah satu jamur yang paling sering diisolasi dari tangan manusia. Ada beberapa faktor risiko yang dapat membantu *Candida parapsilosis* menjajah tuan manusia. Individu immuno - dikompromikan dan pasien bedah, terutama yang menjalani operasi pada saluran pencernaan yang berisiko tinggi untuk infeksi *Candida parapsilosis*.

Mengacu pada buku *Description of medical fungi*, uji fisiologi dari *Candida parapsilosis* akan menunjukkan hasil seperti tabel dibawah :

Tabel 2.5 Uji Fisiologi *Candida parapsilosis*

Physiological Tests: + Positive, - Negative, v Variable, w Weak, s Slow			
Germ Tube -	L-Sorbose +,s	L-Arabinose +	D-Glucitol +
Fermentation	Sucrose +	D-Arabinose -	α -M-D-glucoside +
Glucose +	Maltose +	D-Ribose v	D-Gluconate +,s
Galactose v	Cellobiose -	L-Rhamnose -	DL-Lactate -
Sucrose -,s	Trehalose +	D-Glucosamine v	myo-Inositol -
Maltose -,s	Lactose -	N-A-D-glucosamine +	2-K-D-gluconate +
Lactose -	Melibiose -	Glycerol +	D-Glucuronate -
Trehalose -,s	Raffinose -	Erythritol -	Nitrate -
Assimilation	Melezitose +	Ribitol +,s	Urease -
Glucose +	Soluble Starch -	Galactitol -	0.1% Cycloheximide -
Galactose +	D-Xylose +	D-Mannitol +	Growth at 40°C +

2.5 Sanitasi Toilet Sekolah

Sanitasi menurut WHO, ialah suatu usaha untuk mengawasi beberapa faktor lingkungan fisik yang berpengaruh kepada manusia terutama terhadap hal-hal yang mempunyai efek merusak perkembangan fisik, kesehatan, dan kelangsungan hidup. Pengertian Sanitasi yang dikemukakan oleh Elher dan Stell adalah usaha - usaha pengawasan yang ditujukan terhadap faktor - faktor lingkungan yang dapat merupakan mata rantai penularan penyakit (Elher, 2003). Sedangkan pendapat lain sanitasi merupakan usaha - usaha pengawasan yang ada dalam lingkungan fisik yang memberikan pengaruh buruk terhadap kesehatan fisik, mental, dan kesejahteraan sosial (Kusnoputranto, 1996). Menurut Azwar (2006), sanitasi adalah cara pengawasan masyarakat yang menitikberatkan kepada pengawasan terhadap berbagai faktor lingkungan yang mungkin mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat. Sedangkan tempat-tempat umum diartikan sebagai suatu tempat dimana banyak orang berkumpul untuk melakukan kegiatan baik secara insidental maupun terus-menerus, baik secara membayar, maupun tidak.

2.5.1 Syarat Toilet Umum

Toilet adalah fasilitas sanitasi untuk tempat buang air besar dan kecil, tempat cuci tangan dan muka (Kemenbudpar, 2004).

a. Peruntukan dan Kegunaan Toilet.

Peruntukan dan kegunaan toilet berdasarkan yang telah ditetapkan oleh Menteri Kebudayaan dan Pariwisata:

(1) Peruntukan Tempat untuk membuang hajat dan membersihkan badan.

(2) Kegunaan

(a) Utama : Ruang untuk buang air besar dan air kecil.

(b) Pendukung : Ruang penjaga toilet dan penyimpanan alat-alat untuk membersihkan toilet.

(c) Lain-lain : Ruang untuk cuci tangan dan muka, mengganti pembalut wanita, mengganti popok bayi dan merapikan diri (rias, pakaian).

b. Kelengkapan Ruang

(1) Ruang untuk buang air besar (WC) :

(a) Kloset duduk atau jongkok.

(b) Air dan perlengkapannya.

(c) Tempat sampah.

(d) Tempat sampah khusus pembalut.

(2) Ruang untuk buang air kecil :

(a) Urinal.

(b) Air dan perlengkapannya (tempat air/ gayung, keran, dan lain-lain).

(3) Ruang cuci tangan dan cuci muka (wastafel).

(a) Wastafel.

(b) Cermin

(c) Air dan Perlengkapannya (Tempat air, kran, dan lain-lain)

(d) Ruang penjaga dan pelayanan kebersihan (janitor).

(e) Penggantung alat pembersih

(f) Lemari/ rak simpan.

(g) Bak Pencuci

(h) Air dan perlengkapannya (tempat air/ gayung, keran, dll).

c. Standar Minimal Hygienis Sanitasi

Apa saja yang harus ada di toilet umum dan bagaimana memeliharanya, berikut ini standar minimal yang ditetapkan oleh Asosiasi Toilet Indonesia bekerjasama dengan Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata yaitu:

1. Ventilasi dan Sirkulasi

Toilet umum harus memiliki sistem ventilasi yang baik agar tempat tersebut tidak menjadi sarana bagi tumbuh dan berkembangnya bakteri dan jamur. Apabila posisi ruangan tidak memungkinkan untuk dibuat bukaan ventilasi maka harus ada alternatif membuang udara dari dalam dengan exhaust fan. Sebagai tambahan, sebaiknya disediakan alat pengering lantai di bawah wastafel untuk memaksimalkan usaha menjaga lantai tetap kering setiap saat.

2. Tempat Sampah

Tempat sampah diletakkan di dekat tempat cuci tangan. Bahannya terbuat dari bahan kedap air dan mudah dibersihkan. Tempat sampah itu bertutup yang mudah dibuka dan tidak mengotori tangan. Tempat sampah sering dibersihkan agar tidak menjadi sarang/tempat berkembangbiaknya serangga atau binatang penular penyakit (vector). Sebaiknya ada tempat sampah khusus untuk pembalut.

3. Penyediaan Air

Air bersih harus tersedia dengan cukup baik untuk menyiram kotoran maupun mencuci/membersihkan bagian tubuh.

4. Sistem Pencahayaan

pencahayaan bisa menggunakan pencahayaan alami atau buatan. Pencahayaan yang baik akan menghemat energi dan meningkatkan penampilan

positif toilet. Pencahayaan alami harus dimaksimalkan karena dapat membantu menciptakan suasana yang lebih lembut dan ramah.

5. Pembuangan Limbah Cair dan Tinja

Limbah cair dan tinja toilet harus dibuang di septic tank secara komunal yang dilengkapi dengan bak resin. Limbah dan tinja tidak boleh dibuang atau dialirkan ke sungai, danau, atau tempat terbuka lainnya.

6. Pengelolaan Toilet

Pengelolaan toilet berdasarkan standar toilet umum Indonesia yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata adalah sebagai berikut: Pengelolaan toilet berdasarkan standar toilet umum Indonesia yang telah ditetapkan oleh Kementerian Kebudayaan dan Pariwisata adalah sebagai berikut:

7. Kebersihan Toilet

(1) Standar Minimal

- (a) Toilet harus selalu dalam keadaan kering dan bersih.
- (b) Tersedia bahan pembersih seperti : air dan atau kertas toilet.
- (c) Tersedia tempat sampah tertutup.
- (d) Tidak berbau dan tinja tidak dapat dijamah oleh serangga dan tikus.
- (e) Lantai mudah dibersihkan, tidak licin dan kedap air.
- (f) Tidak menjadi perindukan serangga.
- (g) Dinding bersih berwarna terang.
- (h) Permukaan dinding yang terkena air terbuat dari bahan kedap air yang terbuat dari keramik dengan ketinggian minimal 160 cm.
- (i) Langit-langit bersih dan terang dengan tinggi minimal 220 cm.

- (j) Dapat dilengkapi dengan tanaman hias/ gerbera yang dapat menghisap racun atau bau dalam ruangan, seperti daun sri rezeki dan jenis bunga potong, misal : daun jagung, pedang-pedangan, daun mertua dan lain-lain.
 - (k) Tersedia petugas khusus untuk menjaga kebersihan toilet.
 - (l) Tersedia peralatan dan bahan pembersih yang memadai.
 - (m) Penampungan sampah dilakukan minimal setiap hari.
- (2) Tersedia petunjuk/ himbauan operasional peralatan/ fasilitas toilet umum, seperti :
- (a) Buang sampah pada tempatnya.
 - (b) Matikan kran setelah digunakan.
 - (c) Bersihkan toilet kembali, karena akan dipakai orang lain.
 - (d) Gunakan kloset sesuai dengan fungsinya.
 - (e) Dilarang merokok.
- (3) Rekomendasi :
- (a) Tersedia sabun cair pembersih
 - (b) Tersedia pengering tangan
 - (c) Suhu ruangan normal (20-27)°C.
 - (d) Kelembaban (40-50)%.
- (4) Sistem Pemakaian Air
- (a) Air bersih untuk cuci tangan dan pembersih perturasan dengan sistem tap (tekan).
 - (b) air pengelontor digunakan agar jumlah air pengelontor yang keluar setengah atau penuh sesuai kebutuhan.

(c) kloset jongkok menggunakan air sebagai pembersih dan air sebagai pengelontor, kloset duduk menggunakan kertas tissue sebagai pembersih dan air sebagai pengelontor.

(d) perturasan menggunakan air sebagai pembersih, di setiap perturasan disediakan kran air.

8. Sistem Limbah

(1) Standar minimal :

(a) Limbah cair dan tinja dari toilet tidak mencemari air tanah, tanah dan air permukaan.

(b) Limbah cair dan tinja yang telah diolah melalui tangki septic dan saluran/ sumur resapan dapat dibuang langsung ke saluran umum atau dimanfaatkan kembali untuk air pengelontoran kloset.

(c) Lumpur tinja dari tangki septic harus diolah pada sarana Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). Lumpur tinja yang belum diolah pada sarana IPLT tidak dibuang langsung ke tanah atau pad air permukaan, tapi lokalisasi dalam kolam lagoon.

9. Pemeliharaan Toilet

Cara merawat toilet umum adalah dengan melakukan pembersihan secara rutin dan berkala sesuai dengan jumlah pengunjung, perawatan kloset di toilet dilakukan dengan menggunakan larutan pembersih ke dalam lubang kloset dengan menggunakan sikat tangkai. Sebelum mem-flush kloset tersebut, gunakan penutup kloset dan flush kloset tersebut. Dengan cara ini maka titik-titik air kotor tidak terlontar ke atas sampai dengan 20 cm yang akan terjadi jika mem-flush sebelum menutup kloset (Kemenbudpar, 2004).

2.6 Penelitian yang Relevan

Kontaminasi feses terhadap tanah dan air merupakan hal yang umum di daerah perkotaan, hal ini diakibatkan oleh kepadatan penduduk yang berlebihan, toilet yang kurang sehat dan pembuangan limbah mentah ke tempat terbuka tanpa diolah. Sebagian besar rumah tangga di perkotaan yang menggunakan pompa, sumur atau mata air untuk persediaan air bersih mereka memiliki sumber-sumber air ini dengan jarak 10 meter dari septik tank atau pembuangan toilet. Di Jakarta, Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Jakarta menunjukkan bahwa 41 persen sumur gali yang digunakan oleh rumah tangga berjarak kurang dari 10 meter dari septik tank. Septik tank jarang disedot dan kotoran merembes ke tanah dan air tanah sekitarnya. Laporan Bank Dunia tahun 2007 menyebutkan bahwa hanya 1,3 persen penduduk memiliki sistem pembuangan kotoran. Sistem pipa rentan terhadap kontaminasi akibat kebocoran dan tekanan negatif yang disebabkan oleh pasokan yang tidak teratur. Ini merupakan masalah khusus dimana konsumen menggunakan pompa hisap untuk mendapatkan air bersih dari sistem perariran kota (Unicef Indonesia ; 2012)

Selain menyebabkan infeksi *Candida* diketahui dapat hidup sebagai komensal dalam tubuh manusia dan dapat berubah menjadi patogen bila keadaan menguntungkan, misalnya pada pasien imuno-kompromais. Spesies yang paling sering menimbulkan infeksi superfisial maupun sistemik pada manusia adalah *C. albicans* yaitu sekitar 70-80%, diikuti oleh *C. tropicalis* sekitar 30-40%. (Retno Wahyuningsih, dkk ; 2012)

Menurut Amin Prahatamaputra (2011) adanya kandungan *Candida albicans* pada air bak toilet disekolah yang dia teliti dapat disebabkan oleh beberapa faktor,

antara lain adanya ketidakseimbangan antara perbandingan jumlah dengan penggunaannya. Karena, berdasarkan instrumen penilaian kesehatan lingkungan sekolah yang di buat oleh indosian public healt (2015) bahwa perbandingan ideal antara jumlah toilet dengan pengguna toilet adalah 1 : 20-25 pengguna. faktor lainnya adalah kurangnya frekuensi pembersihan bak air toilet yang akan memberikan kesempatan kepada jamur untuk tumbuh dan berkembang di dalam air dan berkembang dalam air yang akan menjadi sumber infeksi bagi yang menggunakan.

2.7 LKS dalam Proses Pembelajaran Biologi

Jika dilihat dari aspek kebijakan nasional pembelajaran biologi menekankan pada proses penemuan. Pernyataan tersebut didukung Permendikbud nomor 67 tahun 2013 yang menegaskan bahwa pola pembelajaran pasif perlu diubah menjadi pembelajaran yang aktif atau mencari. Pembelajaran biologi yang bersifat kontekstual dan berpusat pada siswa melalui pembelajaran berbasis praktikum penting untuk diterapkan. Praktikum berpotensi mempengaruhi hasil belajar siswa karena melibatkan siswa dalam serangkaian kegiatan ilmiah seperti mengamati, mengklasifikasikan, menentukan variabel, merumuskan hipotesis, dan mengkomunikasikan. Selain itu, praktikum memberi kesempatan kepada siswa bekerja kelompok untuk mengkonstruksi pengetahuan sendiri sedemikian rupa sehingga diakhir proses pembelajaran siswa menghasilkan suatu produk nyata (Rofiqoh dan Martuti ; 2015).

Implementasi hasil penelitian dalam bentuk bahan ajar yang sesuai dengan materi yang dipelajari merupakan salah satu usaha untuk meng-*kontekstualkan* materi pembelajaran yang dipelajari siswa. Hasil penelitian dapat dikemas dalam

berbagai format bahan ajar yang disesuaikan dengan tujuan yang akan dicapai dalam pembelajaran (Putri Agustina ; 2014)

Model pembelajaran yang ideal untuk menyampaikan materi jamur kepada siswa tidak mungkin dilakukan dengan ceramah. Salah satu model yang ideal adalah praktikum. Selain itu, berdasarkan kompetensi dasar yang tertuang dalam dokumen KTSP seharusnya materi jamur tidak hanya disampaikan kepada siswa dengan menggunakan metode ceramah tetapi wajib melaksanakan kegiatan praktikum (Rofiqoh dan Martuti ; 2015).

Materi jamur tidak hanya membelajarkan jamur secara makroskopis tetapi jamur mikroskopis tetapi perlu suatu kegiatan praktikum untuk mengkonkritkan jamur yang mikroskopis tersebut sehingga siswa lebih paham. Kegiatan praktikum dalam penelitian ini dibelajarkan dengan menggunakan sampel bahan makanan yang ada di lingkungan sekitar sehingga mudah, murah, dan cepat. Selain itu, peran jamur dalam penelitian ini dengan melakukan pembuatan tempe. Hal ini dikarenakan tempe merupakan makanan yang tidak asing lagi bagi siswa. Bahan pembuatan tempe mudah ditemukan dan harganya relatif terjangkau. Namun disayangkan sebagian besar siswa belum mengetahui cara membuat tempe serta bagaimana peran serta jamur dalam proses pembuatan tempe tersebut (Rofiqoh dan Martuti ; 2015).

2.7.1 Arti Penting LKS

Lembar Kerja Siswa atau Lembar Kegiatan Siswa yang mudahnya disingkat dan disebut dengan LKS merupakan salah satu bahan ajar yang dapat digunakan dan diterapkan dalam pembelajaran. Banyak sekali guru yang memilih untuk menggunakan LKS dalam pembelajaran yang akan dilakukan. LKS banyak dipilih

karena cukup mampu untuk menyajikan materi pelajaran yang hendak disampaikan dan disertai pula dengan latihan dan evaluasi yang cukup banyak. (Imran ; 2014)

Guru yang memilih untuk menggunakan LKS dalam pembelajaran apalagi yang menyusun sendiri perlu memperhatikan banyak hal. Pemilihan LKS ini harus sesuai dengan fungsi dan tujuan penyusunan dan pembuatan Lembar Kerja Siswa (LKS) (Imran ; 2014)

Menurut Suyanto dkk (2011) LKS memiliki beberapa fungsi sebagai berikut:

- (1) Sebagai panduan siswa di dalam melakukan kegiatan belajar, seperti melakukan percobaan. LKS berisi alat dan bahan serta prosedur kerja.
- (2) Sebagai lembar pengamatan, di mana LKS menyediakan dan memandu siswa menuliskan data hasil pengamatan. LKS berisi tabel yang memungkinkan siswa mencatat data hasil pengukuran atau pengamatan.
- (3) Sebagai lembar diskusi, di mana LKS berisi sejumlah pertanyaan yang menuntun siswa melakukan diskusi dalam rangka konseptualisasi. Melalui diskusi tersebut siswa dilatih membaca dan memaknakan data untuk memperoleh konsep-konsep yang dipelajari.
- (4) Sebagai lembar penemuan (*discovery*), di mana siswa mengekspresikan temuannya berupa hal-hal baru yang belum pernah ia kenal sebelumnya.
- (5) Sebagai wahana untuk melatih siswa berfikir lebih kritis dalam kegiatan belajar mengajar.

(6) Meningkatkan minat siswa untuk belajar jika kegiatan belajar yang dipandu melalui LKS lebih sistematis, berwarna serta bergambar serta menarik perhatian siswa.

Prastowo (2013: 206) juga menyebutkan mengenai tujuan LKS. Tujuan penyusunan dan penggunaan Lembar Kerja Siswa (LKS) untuk pembelajaran secara adalah sebagai berikut:

- (1) Menyajikan bahan ajar yang memudahkan peserta didik untuk berinteraksi dengan materi yang diberikan
- (2) Menyajikan tugas-tugas yang meningkatkan penguasaan peserta didik terhadap materi yang diberikan
- (3) Melatih kemandirian belajar peserta didik
- (4) Memudahkan pendidik dalam memberikan tugas kepada peserta didik

Penggunaan LKS dalam pembelajaran biasanya tidak berdiri sendiri atau tidak menjadi bahan ajar utama dan satu-satunya untuk pembelajaran sebuah materi. Guru biasanya mengkombinasikan dengan penggunaan buku paket atau buku teks pelajaran agar semakin sempurna. Tak jarang pula ditambahkan dengan penggunaan media pembelajaran yang interaktif sehingga siswa dapat mempelajari pelajaran dengan menggunakan LKS dengan lebih mudah dan cepat memahami apa yang dipelajari.

Seperti yang disebutkan sebelumnya bahwa LKS memiliki fungsi dan tujuan yang khusus jika digunakan dalam pembelajaran. Fungsi dan tujuan LKS ini sangat perlu untuk diperhatikan agar Lembar Kerja Siswa tidak sembarangan digunakan, dapat diterapkan dalam pembelajaran seperti fungsi dan tujuan LKS ketika disusun. Fungsi dan tujuan lembar kerja siswa ini sangat membantu guru

dan siswa agar dapat menggunakan LKS secara tepat dan mudah dalam pelaksanaan penerapan LKS dalam pembelajaran.

2.7.2 Komponen LKS

- (1) Nomor LKS, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah guru mengenal dan menggunakannya. Misalnya untuk kelas 1, KD, 1 dan kegiatan 1, nomor LKS-nya adalah LKS 1.1.1. Dengan nomor tersebut guru langsung tahu kelas, KD, dan kegiatannya.
- (2) Judul Kegiatan, berisi topik kegiatan sesuai dengan KD, seperti Komponen Ekosistem.
- (3) Tujuan, adalah tujuan belajar sesuai dengan KD.
- (4) Alat dan bahan, jika kegiatan belajar memerlukan alat dan bahan, maka dituliskan alat dan bahan yang diperlukan.
- (5) Prosedur Kerja, berisi petunjuk kerja untuk siswa yang berfungsi mempermudah siswa melakukan kegiatan belajar.
- (6) Tabel Data, berisi tabel di mana siswa dapat mencatat hasil pengamatan atau pengukuran. Untuk kegiatan yang tidak memerlukan data, maka bisa diganti dengan kotak kosong di mana siswa dapat menulis, menggambar, atau berhitung.
- (7) Bahan diskusi, berisi pertanyaan-pertanyaan yang menuntun siswa melakukan analisis data dan melakukan konseptualisasi. Untuk beberapa mata pelajaran, seperti bahasa, bahan diskusi bisa berupa pertanyaan-pertanyaan yang bersifat refleksi.

2.7.3 Langkah-langkah Penyusunan LKS

- (1) Melakukan analisis kurikulum; standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator, dan materi pembelajaran, serta alokasi waktu.
- (2) Menganalisis silabi dan memilih alternatif kegiatan belajar yang paling sesuai dengan hasil analisis SK, KD, dan indikator.
- (3) Menganalisis RPP dan menentukan langkah-langkah kegiatan belajar (Pembukaan, Inti: eksplorasi, elaborasi, konfirmasi, dan Penutup).
- (4) Menyusun LKS sesuai dengan kegiatan eksplorasi dalam RPP. Misalnya, dalam materi Ekosistem, kegiatan eksplorasinya adalah siswa mengamati ekosistem sawah atau yang ada di sekitar sekolah. Maka LKS berisi panduan bagaimana memilih daerah yang merupakan ekosistem, bagaimana menghitung individu, populasi, dan komunitas, bagaimana mengukur suhu, kelembaban, dan faktor abiotik lainnya, dst.