

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengawetan tubuh manusia merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mencegah tubuh manusia tersebut mengalami kerusakan dan akhirnya membusuk. Pengawetan tubuh manusia pertama kali dimulai oleh budaya Mesir kuno yang dikenal sebagai mumifikasi. Selain budaya Mesir kuno, masih ada juga budaya-budaya di belahan dunia lainnya seperti di Amerika dan Asia yang melakukan pengawetan mayat seperti di Nevada, Amerika Utara. Pengawetan tubuh manusia digunakan di bidang kedokteran untuk meneliti dan mempelajari tubuh manusia tersebut.¹

Dalam pendidikan kedokteran, ahli anatomi menggunakan tubuh manusia yang diawetkan untuk mengajar mahasiswa dengan memperlihatkan spesimen ataupun pembedahan yang dilakukan oleh mahasiswa itu sendiri. Pembanding alat pendidikan mengungkapkan bahwa tubuh manusia memiliki sifat yang berbeda dan belum/tidak ada alternatif pengganti yang layak.¹

Di zaman yang sudah maju pesat ini dengan perkembangan iptek yang berkembang pesat, perkembangan ilmu di dunia kedokteran pun ikut berkembang. salah satu iptek yang berkembang yaitu teknik pengawetan tubuh manusia dengan berbagai macam teknik yang variatif seperti *cryopreservation*, plastinisasi, dan teknik lainnya.²

Tubuh manusia yang diawetkan digunakan di dunia medis sebagai media terpenting untuk pembelajaran materi anatomi oleh mahasiswa fakultas kedokteran. Bahan pengawet yang paling sering dipakai adalah formalin. Bahan pengawet ini mempertahankan bentuk tubuh supaya utuh dan terhindar dari kerusakan struktur tubuh.^{1,2}

Masalah pada larutan pengawet adalah ditemukan adanya berbagai macam mikroorganisme pada rendaman larutan pengawet. Pada tahun 2011, di laboratorium anatomi fakultas kedokteran Universitas Srinakharinwirot di

Thailand, menemukan adanya koloni jamur mengapung di rendaman larutan pengawet dan diprediksi bahwa jamur ini tumbuh dari jenis *airborne fungi* karena pintu masuk laboratorium anatomi tersebut dekat dengan aliran udara luar. Tujuh belas jamur teridentifikasi dengan dua jenis *airborne fungi* tidak dikenali. Lingkungan tertentu dapat mendorong pertumbuhan jamur pada larutan pengawet mayat.³ Penelitian lain pun dilakukan oleh bidang anatomi dan mikrobiologi *Spartan Health Sciences University*, St. Lucia, Karibia. *Yaragalla et al* (2017) menemukan adanya *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Candida* sp., dan *Trichophyton* sp. pada kadaver yang telah terfiksasi oleh formalin.⁴

Formalin adalah senyawa tidak berwarna yang umumnya digunakan sebagai pengawet. Formalin merupakan campuran dari 37% senyawa formaldehid dan air. Konsentrasi tersering digunakan adalah larutan 37% yang terkandung di dalamnya 37 gram gas formaldehid dalam 100 mL larutan. Larutan formaldehid akan terpolimerisasi. Untuk menghindari polimerisasi, ditambahkan 10-15% metil alkohol. Formalin dalam berbagai konsentrasi digunakan untuk antiseptik, desinfektan, antibakteri, sterilisasi alat kedokteran, pembuatan zat warna sintesis serta yang terpenting adalah sebagai pengawet mayat.⁵

Formalin dapat menguap sehingga mengiritasi selaput lendir hidung, kulit, mulut, mata, dan daerah lainnya. Penghirupan formalin yang sering berisiko terkena pneumonia dan bronkitis. Formalin jika tertelan dapat menyebabkan gastritis, inflamasi organ pencernaan lainnya, bahkan kematian. Para pekerja yang kontak langsung dengan formalin biasanya menggunakan alat perlindungan seperti masker, sarung tangan, dan jas laboratorium.⁶

Fenol memiliki banyak manfaat seperti desinfektan, bahan kosmetik, bahan pembuatan plastik, bahkan obat-obatan. Sebagian besar turunan fenol dan fenol digunakan dalam resin dan produk berbasis resin seperti formalin dan bisphenol dari aseton, bagian yang lebih kecil sebagai desinfektan umum dan akhirnya pada produksi zat warna organik. Penggunaan fenol yang terdokumentasi dan dipublikasikan secara luas sebagai desinfektan di bidang medis dilakukan oleh Lister pada tahun 1867. Fenol pertama kali dikenalkan

untuk pengawetan di bidang anatomi oleh Lakowski (1886) pada pertengahan abad ke-19. Dia menggabungkan fenol dan gliserin.¹

Candida sp. merupakan jamur polimorfik yang merupakan flora normal pada tubuh manusia tetapi, *Candida* sp. dapat menyebabkan infeksi mulai dari infeksi kulit hingga infeksi sistemik yang mengancam. Beberapa faktor dan aktivitas diketahui berpotensi mengaktivasi fungsi patogen dari *Candida* sp. seperti adanya molekul yang memediasi adhesi dan invasi ke sel inang, sekresi hydrolase, transisi ragi ke hifa, pembentukan biofilm, dan faktor-faktor lainnya.⁸

Mekanisme patogenik *Candida* sp. untuk menginfeksi adalah dengan melakukan transisi ragi menjadi hifa, mengeluarkan adhesin dan invasi pada permukaan sel, tigmotropisme, pembentukan biofilm, sekresi enzim hidrolitik. Kinerja infeksi *Candida* sp. dipengaruhi faktor-faktor eksternal seperti pH, nutrisi yang baik, serta fleksibilitas metabolik yang mendukung.⁹

Pada kadaver di laboratorium anatomi Universitas Kristen Maranatha, larutan pengawet yang digunakan adalah formalin 10%. Formalin 10% memiliki kemampuan mengawetkan kadaver yang baik dan menghambat pertumbuhan koloni jamur. Namun, masih didapatkan pertumbuhan koloni jamur dalam rendaman kadaver di laboratorium anatomi Universitas Kristen Maranatha. Hal tersebut kemungkinan disebabkan karena penggantian cairan kadaver yang tidak rutin dan berkala. Faktor lainnya kemungkinan disebabkan ventilasi udara ruang laboratorium anatomi yang kurang baik.

Namun, formalin 10% memiliki efek toksik yang cukup tinggi sehingga berisiko tinggi berbahaya terhadap kesehatan. Toksisitas formalin bisa diturunkan dengan menurunkan konsentrasi formalin tersebut. Pada penelitian ini digunakan formalin 5% sebagai kontrol pembanding. Formalin 5% digunakan karena sekalipun konsentrasinya rendah namun tetap memiliki efek pengawetan kadaver, yakni pengawetan yang efektif berkisar antara 5-10%.¹⁰

Pada penelitian terdahulu, efektivitas formalin sebagai antiijamur dapat ditingkatkan dengan menambahkan bahan kimia yang bersifat fungisidal lainnya sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur dengan lebih efektif, salah satu bahan kimia tersebut adalah fenol. Fenol memiliki sifat fungisidal dengan cara

menonaktifkan enzim dan mengganggu permeabilitas membran sel jamur sehingga sel jamur mengalami kebocoran dan mengganggu fungsi sel jamur tersebut.¹⁰

Fenol yang digunakan pada beberapa penelitian yang ditambahkan ke dalam larutan pengawet formalin adalah berkisar dari 5% dan 6,7%.¹² Pada penelitian ini konsentrasi fenol yang akan ditambahkan ke dalam formalin 5% adalah fenol 3%, 5%, dan 7%. Penggunaan fenol 3% belum pernah diteliti sebelumnya, sehingga peneliti ingin mengetahui apakah fenol 3% dapat menambah efek antijamur dari larutan pengawet.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti ingin mengetahui perbandingan uji daya hambat dari formalin 5% dengan kombinasi formalin 5% dan larutan fenol pada berbagai konsentrasi (3%, 5%, 7%) terhadap pertumbuhan koloni jamur *Candida* sp. pada cairan pengawet kadaver di laboratorium anatomi.

1.2 Identifikasi Masalah

Apakah kombinasi larutan formalin 5% dan fenol memiliki daya hambat lebih kuat dibandingkan dengan formalin 5% terhadap pertumbuhan koloni jamur *Candida* sp. dari cairan pengawet kadaver di Laboratorium Anatomi.

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fenol pada kombinasi larutan terhadap pertumbuhan koloni jamur *Candida* sp. dari cairan pengawet kadaver di Laboratorium Anatomi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana perbandingan peningkatan daya hambat kombinasi larutan formalin 5% dan fenol (3%, 5%, 7%) dengan formalin 5% menghambat pertumbuhan koloni jamur *Candida* sp. dari cairan pengawet kadaver di Laboratorium Anatomi.

1.4 Manfaat

1.4.1 Manfaat Akademis

Untuk menambah wawasan ilmu pengetahuan di bidang mikrobiologi dan anatomi serta tentang teknik pengawetan kadaver yang efektif dengan kadar konsentrasi larutan pengawet yang tepat sebagai antijamur terhadap jamur *Candida* sp.

1.4.2 Manfaat Praktis

Untuk membuat formula larutan pengawet kadaver yang lebih aman dan efektif dalam pengawetan serta penghambatan pertumbuhan koloni jamur *Candida* sp. sehingga mengurangi risiko terjadinya infeksi oleh koloni jamur *Candida* sp. dan penyakit lainnya terhadap mahasiswa, dosen pengajar, dan pegawai di laboratorium anatomi.

1.5 Kerangka Pemikiran

Larutan pengawetan kadaver yang digunakan harus memberikan awetan jangka panjang yang baik bersamaan dengan mencegahnya terjadi pengerasan berlebih dan bisa mempertahankan warna jaringan dan organ. Larutan pengawet juga harus mencegah terjadinya pengeringan, pertumbuhan jamur dan bakteri. Zat kimia serta yang berpotensi membahayakan juga perlu dihindari. Larutan pengawet dapat dikelompokkan sebagai bahan pengawet, desinfektan, dan agen modifikasi (*buffer*, surfaktan, antikoagulan), pewarna, media dan bisa memberi bau yang tidak menyengat.¹

Formalin merupakan bahan kimia yang sangat reaktif, berinteraksi dengan protein DNA dan RNA secara *in vitro*. Senyawa ini bersifat fungisidal karena mempunyai kemampuan untuk menembus dinding sel jamur. Formalin berinteraksi dengan hasil protein dari kombinasi dengan amida primer yang termasuk dari gugus-gugus amino. Formalin juga dikenal sebagai agen mutagenik

dan agen alkilasi melalui reaksi dengan gugus karboksil, sulfhidril, dan hidroksil. Senyawa inipun juga bereaksi secara ekstensif dengan asam nukleat dengan membentuk ikatan silang protein-DNA pada SV40 sehingga sintesis DNA terhambat. Konsentrasi formalin yang rendah memiliki sifat sporostatik dan menghambat perkecambahan.¹⁰

Fenol memiliki sifat bakterisidal dan *antifungal* pada konsentrasi 1,0-1,5% sehingga bisa menghancurkan dinding sel jamur dan bakteri. Cara kerja fenol dan turunannya terhadap berbagai bakteri, jamur, dan virus yaitu kemampuan untuk mendenaturasi dan mengendapkan protein, efektif untuk menyerang dan menghancurkan dinding sel karena bersifat lipofilik.¹

Fenol merupakan senyawa bakteriostatik pada konsentrasi kecil sebesar 0,2% berdasarkan kemampuannya untuk menonaktifkan enzim di dalam sel dan permeabilitas sel. Fenol juga bisa bersifat bakterisidal/fungisidal pada konsentrasi 1,0-1,5% untuk menghancurkan dinding sel. Peningkatan aktivitas bakterisidal ditandai dengan adanya halogenasi atau alkilasi dari molekul fenol dasar. Sifat lipofilik dari fenol merupakan cara efektif untuk mendenaturasi dan mengendapkan protein sehingga dapat menghancurkan dinding sel.¹

1.6 Hipotesis Penelitian

Kombinasi larutan formalin 5% dan fenol memiliki daya hambat lebih kuat dibandingkan dengan formalin 5% terhadap pertumbuhan koloni jamur *Candida* sp. dari cairan pengawet kadaver di Laboratorium Anatomi.