

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kadaver merupakan media pembelajaran yang sangat penting bagi mahasiswa fakultas kedokteran.¹ Kadaver digunakan untuk mempelajari anatomi manusia secara lebih nyata, tidak hanya bagian superfisial tetapi juga pembuluh darah, saraf, otot, dan organ dalamnya. Akan tetapi, masalah yang sering timbul pada rendaman kadaver di laboratorium anatomi adalah tumbuhnya mikroorganisme yang tidak diinginkan, salah satunya jamur.²

Meskipun kadaver telah mengalami proses pengawetan, terkadang formula cairan pengawet yang digunakan hanya mampu menjaga kadaver bertahan lama tanpa menghambat pertumbuhan jamur. Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan, ditemukan berbagai jenis jamur yang berbeda.

Yaragalla et al (2017) menemukan adanya *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Candida* sp., dan *Trichophyton* sp. pada kadaver yang telah terfiksasi oleh formalin.³ Pada penelitian lain di *Faculty of Medicine, Thammasat University, Thailand*, ditemukan *Penicillium* sp., *Chrysonilia sitophila*, dan *Trichoderma* sp. Reed et al (1993) menemukan adanya *Aspergillus*, *Blastomyces*, *Coccidioides*, dan *Histoplasma* pada kadaver yang diteliti. Elsebai et al (2002) mengidentifikasi jamur yang tumbuh pada kadaver di *College of Medicine, University of Al-Anbar, Iraq*. Hasilnya ditemukan *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trychophyton*, *Epidermophyton*, dan *Cryptococcus*. Pada penelitian yang dilakukan oleh Sri-Indrasutdhi et al (2015), ditemukan tujuh belas jenis jamur yang teridentifikasi spesiesnya dan dua jenis jamur yang tidak teridentifikasi.⁴ Jamur yang tumbuh pada kadaver dapat menjadi patogen yang menimbulkan penyakit bagi manusia.²

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp. merupakan dua jenis jamur yang paling sering ditemukan tumbuh pada kadaver. Jika pertumbuhan koloni jamur dibiarkan terus-menerus, hal tersebut dapat menimbulkan masalah kesehatan baik bagi mahasiswa, pengajar, maupun petugas

laboratorium. Oleh karena itu, dibutuhkan upaya proteksi diri sebelum melakukan kontak dengan kadaver yaitu dengan menggunakan masker dan sarung tangan pelindung.

Di samping menimbulkan masalah kesehatan, pertumbuhan jamur pada kadaver pun dapat mempengaruhi kualitas kadaver. Semakin banyak jamur yang tumbuh, maka semakin cepat kadaver mengalami pembusukan. Hal tersebut terjadi karena jamur merupakan dekomposer yang dapat merusak jaringan lunak tubuh manusia. Keberadaan jamur dapat memecah struktur kimia organik yang kompleks pada kadaver menjadi struktur yang lebih sederhana, sehingga terjadi proses pembusukan.⁵

Upaya yang dapat dilakukan untuk menghindari risiko timbulnya masalah kesehatan dan memperlambat pembusukan kadaver yaitu dengan menghambat pertumbuhan jamur pada kadaver. Penggunaan formalin 15% pada cairan pengawet kadaver terbukti sangat efektif mencegah pertumbuhan bakteri dan jamur serta menghambat pembusukan.⁴ Akan tetapi, pajanan formalin dengan konsentrasi yang tinggi pun dapat menimbulkan masalah kesehatan.^{6,7} Batas kadar formalin di udara yang masih aman bagi manusia berada pada kisaran maksimal 0,3 ppm.⁸

Masalah kesehatan yang timbul segera setelah pajanan formalin antara lain rasa mual, sakit kepala, peningkatan produksi air mata, sensasi terbakar pada tenggorokan, dan iritasi pada kulit. Di samping itu, pajanan formalin jangka panjang dapat menimbulkan masalah kesehatan yang lebih serius seperti dermatitis kontak dan meningkatkan risiko kanker.⁸ Pada tahun 1980, sebuah penelitian menunjukkan bahwa pajanan formalin terus-menerus meningkatkan insidensi kanker nasofaring pada tikus. Hasil penelitian epidemiologik *National Cancer Institute* (NCI) pun menunjukkan bahwa kelompok yang terpajan formalin jangka panjang memiliki insidensi leukemia myeloid lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok yang tidak terpajan formalin.⁹

Meskipun demikian, penggunaan formalin untuk pengawetan kadaver masih menjadi pilihan utama saat ini karena formalin memiliki efektivitas yang tinggi, harga yang murah, dan hasil yang baik. Namun, konsentrasi formalin yang

digunakan harus diperhatikan. Berdasarkan perkembangan teknik pengawetan kadaver, konsentrasi formalin dapat diturunkan dengan menambah berbagai jenis larutan ke dalam cairan pengawet, salah satunya adalah fenol.¹⁰

Penggunaan fenol sebagai pengawet kadaver mulai diperkenalkan oleh Laskowski pada tahun 1886. Pada tahun 1952, Woodburne dan Lawrence mengembangkan formulasi cairan pengawet kadaver menjadi campuran alkohol-gliserin-fenol-formalin.¹¹

Fenol merupakan antiseptik dan disinfektan yang memiliki efek antijamur sehingga dapat menghambat pertumbuhan jamur pada kadaver.¹² Selain memiliki efek antijamur yang sangat dibutuhkan, penggunaan fenol jangka panjang pun relatif lebih aman. Menurut panduan *Phenol: Health and Safety Guide* yang dibuat oleh WHO pada tahun 1994, efek samping yang ditimbulkan akibat inhalasi fenol cenderung tidak berbahaya dan tidak pernah tercatat menyebabkan kematian. Efek samping tersebut diantaranya adalah penurunan nafsu makan, nyeri kepala, vertigo, hipersalivasi, warna urin menjadi gelap, dan asidosis. Efek samping hanya akan timbul jika seseorang menghirup fenol pada konsentrasi yang sangat tinggi di udara melebihi kisaran batas toleransinya yaitu 0,021-20 mg/m³.¹³

Meskipun cairan pengawet kadaver yang digunakan di Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha saat ini adalah larutan formalin 10%, masih didapatkan pertumbuhan jamur pada kadaver dan cairan pengawetnya. Hal ini dapat diakibatkan oleh penggantian larutan pengawet yang tidak teratur sehingga ketetapan konsentrasinya tidak terjaga dengan baik.

Berdasarkan latar belakang tersebut, peneliti tertarik untuk mengetahui perbandingan daya hambat berbagai konsentrasi larutan pengawet kadaver (formalin dan fenol) terhadap pertumbuhan jamur *Penicillium* sp. dari cairan pengawet kadaver di Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha. Konsentrasi larutan pengawet kadaver (formalin) yang diteliti merupakan konsentrasi terendah yang masih memberikan hasil efektif, dengan tujuan untuk mengurangi efek toksik yang ditimbulkan oleh larutan pengawet tersebut. Meskipun telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya di tempat yang berbeda, penelitian ini perlu dilakukan kembali melihat adanya

kemungkinan perbedaan sifat jamur seperti resistensi terhadap formalin dan fenol di setiap kondisi.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang tersebut, maka identifikasi masalah penelitian ini adalah:

- Apakah kombinasi formalin 5% dan fenol memiliki daya hambat lebih baik dibandingkan dengan formalin 5% terhadap pertumbuhan jamur *Penicillium* sp. dari cairan pengawet kadaver di laboratorium anatomi.

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan daya hambat fenol dan formalin terhadap pertumbuhan jamur *Penicillium* sp. dari cairan pengawet kadaver di Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha.

Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan daya hambat yang dimiliki berbagai konsentrasi formalin dan fenol terhadap pertumbuhan jamur *Penicillium* sp. dari cairan pengawet kadaver di Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha.

1.4 Manfaat Karya Tulis Ilmiah

Manfaat akademik dari penelitian ini adalah untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan, terutama dalam bidang mikrobiologi dan anatomi, mengenai daya hambat berbagai konsentrasi larutan pengawet kadaver terhadap pertumbuhan jamur *Penicillium* sp. dari cairan pengawet kadaver.

Manfaat praktis dari penelitian ini adalah hasil penelitian dapat digunakan untuk membuat formulasi pengawet kadaver yang lebih aman dan lebih efektif

dalam menghambat pertumbuhan jamur *Penicillium* sp. di Laboratorium Anatomi Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha.

1.5 Kerangka Pemikiran dan Hipotesis Penelitian

1.5.1. Kerangka Pemikiran

Formalin merupakan salah satu larutan pengawet yang memiliki efek antijamur. Formalin membuat protein yang terdapat pada sel jamur mengalami denaturasi. Akibat dari denaturasi protein tersebut, terjadi perubahan komponen protein seluler jamur sehingga fungsi dan struktur sel menjadi abnormal.⁹

Selain bekerja pada protein, formalin menyebabkan terjadinya alkilasi pada asam nukleat sel jamur sehingga terjadi gangguan proses sintesis DNA dan gangguan dalam pengkodean materi genetik. Terbentuknya kode materi genetik yang abnormal pada akhirnya akan memicu terjadinya kematian sel jamur.⁹

Seperti formalin, fenol merupakan bahan kimia yang telah lama digunakan sebagai antiseptik dan disinfektan yang memiliki efek antibakteri, antijamur, dan antivirus. Mekanisme fenol dalam menghambat pertumbuhan jamur yaitu dengan menimbulkan kerusakan pada membran plasma sehingga terjadi perubahan komponen intraseluler.¹⁴

Fenol dapat menembus membran plasma melalui proses difusi. Selanjutnya, fenol melakukan penetrasi ke dalam sel dan mengganggu metabolisme intraseluler. Pada jamur, fenol juga dapat menghambat sintesis ergosterol, glukukan, kitin, protein, dan glukosamin.¹⁵

Ergosterol merupakan komponen utama penyusun membran plasma jamur. Ergosterol berperan penting dalam menjaga fluiditas membran, mengatur aktivitas dan distribusi protein membran, dan mengontrol siklus sel. Hal tersebut membuat ergosterol menjadi sangat penting untuk kelangsungan hidup jamur. Oleh karena itu, ergosterol merupakan target yang baik bagi antijamur, termasuk fenol, untuk menghambat pertumbuhannya.¹⁶

Inhibisi sintesis glukukan dapat menyebabkan rusaknya dinding sel jamur sehingga pertumbuhannya pun terganggu. Hal ini menyebabkan glukukan menjadi target lain selain ergosterol untuk menghambat pertumbuhan jamur.¹⁷

Di samping ergosterol dan glukukan, komponen lain yang menjadi target bagi fenol ialah kitin dan protein. Kitin merupakan homopolimer dari *beta-1,4-linked N-acetyl glucosamine* yang menjadi struktur penyusun dinding sel jamur. Jika sintesis kitin terganggu, pembentukan dinding sel pun akan terganggu. Pada akhirnya, terbentuk sel yang abnormal dan terjadi ketidakstabilan osmotik. Sedangkan jika sintesis protein terganggu, keseluruhan fungsi sel akan terganggu sehingga pertumbuhan jamur akan terhambat.¹³

1.5.2. Hipotesis Penelitian

- Kombinasi formalin 5% dan fenol memiliki daya hambat lebih baik dibandingkan dengan formalin 5% terhadap pertumbuhan jamur *Penicillium* sp. dari cairan pengawet kadaver di laboratorium anatomi.