

NASKAH ORISINAL

Pengurangan Penyebaran Virus dan Bakteri dengan Aplikasi Pelapisan Antivirus (CoFilm⁺) sebagai Desinfektan Permanent di *Medical Center* – ITS

Agung Purniawan^{1,*} | Royyan Wafi Pujiyanto² | Amaliya Rasyida¹ | Sutarsis¹ | Dian Mughni Fellicia¹ | Rochman Rochiem¹ | Moh Faried¹ | Yan Alamanda Ilfahmi³

¹Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

²Departemen Teknik Elektro, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

³Departemen Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia

Korespondensi

*Agung Purniawan, Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
Alamat e-mail: agung_pur@mat-eng.its.ac.id

Alamat

Laboratorium Metalurgi Manufaktur,
Departemen Teknik Material dan Metalurgi,
Institut Teknologi Sepuluh Nopember,
Surabaya, Indonesia

Abstrak

Pandemi Covid-19 memberikan pelajaran berarti bagi kita dimana penyebaran virus SARS-CoV-2 sangatlah cepat dan dapat terjadi melalui kontak langsung, kontak tidak langsung, maupun kontak erat dengan orang yang terinfeksi. Tingkat penyebaran virus yang tinggi membuat rumah sakit mengalami kesulitan dalam penanganan pasien rapat inap, sehingga menyebabkan kurang optimalnya penanganan pasien yang berakibat meningkatkan risiko kematian. Berdasarkan pengalaman tersebut maka sangat diperlukan teknologi untuk meminimalisir proses penyebaran/transmisi virus atau bakteri terutama di Rumah Sakit dan fasilitas kesehatan lainnya. Transmisi virus ini dapat melalui udara yang terhirup saat proses pernafasan atau melalui permukaan yang terdapat virus aktifnya. Untuk permukaan selama ini dilakukan sterilisasi dengan menggunakan larutan kimia. Pada program pengabdian kepada masyarakat ini teknologi yang digunakan adalah pelapisan antimikroba (*antimicrobial coating*) berbahan dasar nanotembaga yang mampu merusak membran sel serta protein esensial dan DNA bakteri melalui bentuk logam dan ioniknya. Melalui program pengabdian masyarakat ini, diharapkan terjadi pengurangan penyebaran virus dan bakteri khususnya melalui permukaan yang disentuh. Kegiatan ini dilakukan di *Medical Center ITS* dengan cara membuat lapisan nanotembaga sebagai pelapis antimikroba dan melakukan pelapisan di permukaan fasilitas kesehatan yang sering disentuh.

Kata Kunci:

Antivirus, CoFilm, Nanotembaga, Pandemi Covid-19

1.1 | Latar Belakang

Pandemi Covid-19 di Indonesia telah berlangsung sejak bulan Maret 2020. Dalam keberlangsungannya Pandemi Covid-19 mengharuskan manusia untuk menghindari kontak fisik ataupun kerumunan. Karena transmisi virus SARS-CoV-2 dapat terjadi dengan beberapa cara diantaranya adalah kontak langsung dan kontak tidak langsung melalui cairan yang dikeluarkan oleh pasien seperti air liur, droplet saat bersin, dll. Droplet yang dihasilkan oleh penderita melayang di udara dan terhirup oleh orang lain dan akhirnya orang tersebut terinfeksi. Dengan berdasarkan kondisi tersebut, maka beberapa negara memutuskan untuk dijalankan penutupan hubungan dengan lainnya dengan melakukan isolasi lokal sehingga penyebaran dari virus dapat dikendalikan. Dampak negatif dari Covid-19 juga berdampak ke sektor ekonomi dan sosial yang diakibatkan adanya karantina wilayah atau yang di Indonesia lebih di kenal dengan istilah Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). Akibat dari penularan virus maupun penyakit yang begitu cepat, rumah sakit penuh. Padahal, salah satu lokasi yang memiliki potensi tinggi dalam menyebarkan penyakit adalah rumah sakit. Penularan penyakit di rumah sakit disebut dengan infeksi nosokomial. Rumah sakit merupakan sumber dari 1001 jenis kuman ataupun virus penyebab penyakit. Menurut Data Badan Kesehatan Dunia (*World Health Organization* (WHO)), infeksi nosokomial adalah penyebab utama yang menyebabkan angka kematian di dunia tinggi. Infeksi ini menyebabkan 1,4 juta kematian setiap hari di dunia^[1].

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Mitigasi untuk mengurangi penyebaran virus dan bakteri tersebut salah satunya dilakukan dengan menggunakan larutan kimia untuk membunuh virus atau bakteri. Namun hal tersebut harus diulang selama interval tertentu untuk menjaga permukaan dari fasilitas tersebut bersih dari virus atau bakteri, sehingga akan sangat memakan waktu. Pada pengabdian kepada masyarakat ini diperkenalkan pelapisan antivirus sebagai desinfektan permanen sehingga menghilangkan proses sterilisasi dengan larutan kimia secara periodik.

Material yang digunakan pada penelitian ini yang berfungsi sebagai *antimicrobial coating* adalah nanotembaga yang disintesa sendiri. Nanotembaga terbukti memiliki sifat antibakteri yang sangat baik untuk diaplikasikan ke permukaan yang sering disentuh demi mengurangi penyebaran kuman dan penyakit. Hal ini dapat diamati dari aktivitas nanotembaga dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.Coli*^[2].

Nanotembaga mampu menempel pada membran bakteri akibat interaksi elektrostatik dan menghandurkan integritas dari membran bakteri. Toksisitas dari nanotembaga bergantung pada komposisi, modifikasi permukaan, sifat intrinsik, dan jenis bakteri. Aktivitas antibakteri dari nanotembaga sendiri bergantung dari dua faktor utama yaitu sifat *physicochemical* dari nanotembaga dan jenis bakteri. Toksisitas dari nanotembaga bergantung pada kombinasi dari beberapa faktor seperti aerasi, konsentrasi nanotembaga, dan konsentrasi bakteri. Tingginya aerasi mampu menurunkan aglomerasi dan meningkatkan toksisitas. Pada kenyataannya, rendahnya aglomerasi menyebabkan peningkatan tersedianya permukaan yang mampu berinteraksi dengan membran bakteri dan untuk pelarutan dari ion tembaga, yang menyebabkan peningkatan toksisitas. Bentuk logam dan ionik dari tembaga memproduksi *hydroxyl radical* yang mampu merusak protein esensial dan DNA. Sehingga tembaga yang larut pada permukaan bakteri dan menembus ke sel bakteri dengan demikian merusak membran sel^[3].

Kegiatan yang akan kami lakukan untuk menguji efektifitas *antimicrobial coating* dalam kondisi aktual di lapangan dilakukan dengan cara melapisi *Medical Center* ITS menggunakan *antimicrobial coating* berbahan dasar tembaga. Dengan membandingkan permukaan yang dilapisi dengan yang tidak dilapisi oleh *antimicrobial coating* berbahan dasar tembaga, dapat diketahui efektifitas pelapis kami dalam membunuh kuman dan penyakit dalam kondisi aktual.

1.3 | Target Luaran

Kegiatan pelapisan permukaan di *Medical Center* ITS dilakukan untuk mengamati efektifitas *antimicrobial coating* berbahan dasar tembaga dalam membunuh kuman dan penyakit dalam kondisi aktual. Selain melakukan pencegahan penyebaran kuman dan penyakit dari masing-masing individu, dilakukan pula pencegahan penyebaran kuman dan penyakit dari luar individu dengan melapisi permukaan yang sering disentuh menggunakan *antimicrobial coating*. Diharapkan *antimicrobial coating* berbahan dasar tembaga kami mampu membunuh kuman dan penyakit yang menempel di permukaan yang sering disentuh di rumah sakit seperti gagang pintu, *railing* tangga, dan meja sehingga mampu mengurangi penyebaran kuman dan penyakit yang terjadi di rumah sakit melalui permukaan yang sering disentuh tersebut.

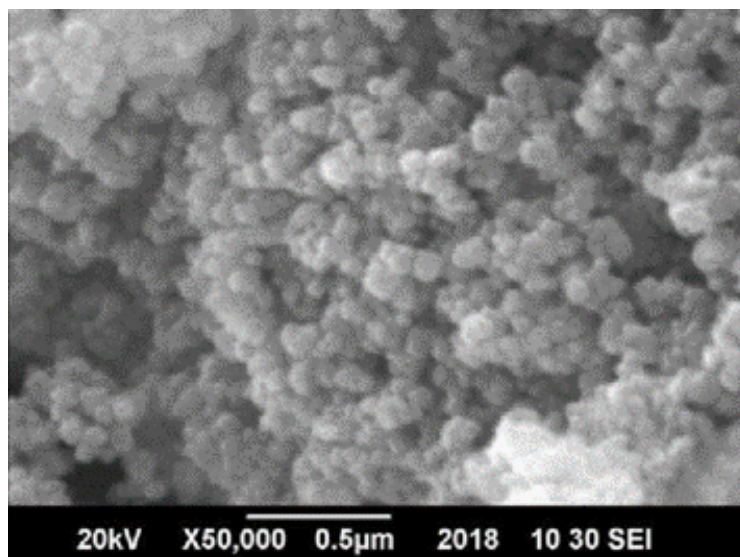
2 | TINJAUAN PUSTAKA

Nanoteknologi merupakan salah satu bidang penelitian yang mulai dikenal sejak abad ke-20. Nanoteknologi menghasilkan material dengan beragam jenis bahan dasar dalam ukuran nano (nanopartikel) ukuran kurang lebih 100 nm. Saat ini, pengembangan nanopartikel telah mendapatkan perhatian yang signifikan untuk beberapa aplikasi dalam industri seperti pada bidang manufaktur, elektronik, kesehatan, biomedis, farmasi, kosmetik, *drug delivery*, maupun aplikasi sebagai zat antimikroba^[4]. Perkembangan dari nanoteknologi serta aplikasinya dalam dunia medis sebagai zat antimikroba telah menarik banyak perhatian. Material yang memiliki sifat bioaktif telah banyak digunakan sebagai pelapis yang bersifat antimikroba dan antivirus untuk mengurangi keberadaan bakteri-bakteri patogen pada permukaan benda yang sering disentuh.

Nanopartikel merupakan bagian dari nanoteknologi yang dapat diterapkan hampir di semua bidang kehidupan, mulai dari elektronik, obat-obatan dan kesehatan, lingkungan, industri manufaktur, pertahanan, dan estetika. Aplikasi dari nanoteknologi sangat bergantung pada jenis nanopartikel yang digunakan. Nanopartikel bukanlah molekul sederhana melainkan terdiri dari tiga lapisan yaitu (a) Lapisan permukaan, yang dapat difungsikan dengan berbagai molekul kecil, ion logam, surfaktan dan polimer, (b) Lapisan cangkang, yang merupakan bahan kimia yang berbeda dari inti di semua aspek, dan (c) Inti, yang pada dasarnya adalah bagian sentral dari nanopartikel dan biasanya merujuk kepada nanopartikel itu sendiri^[4]. Salah satu material nanopartikel yang saat ini banyak dikembangkan adalah tembaga.

Tembaga berasal dari bahasa latin *cyprium* yang memiliki arti logam yang ditambang dari daerah Cyprion. Tembaga adalah suatu unsur kimia yang memiliki lambang Cu. Unsur ini memiliki nomor atom 29, nomor massa 63,5, dan densitas $8,92 \text{ g/cm}^3$. Titik didih dari tembaga sebesar 2595°C dan titik leleh sebesar 1083°C . Tembaga memiliki dua keadaan oksidasi, yaitu Cu^{2+} (*cupric*) dan Cu^+ (*cuprous*). Ion Cu^+ tidak dapat larut dalam air sehingga biasanya membentuk ikatan kompleks dengan molekul lain^[5].

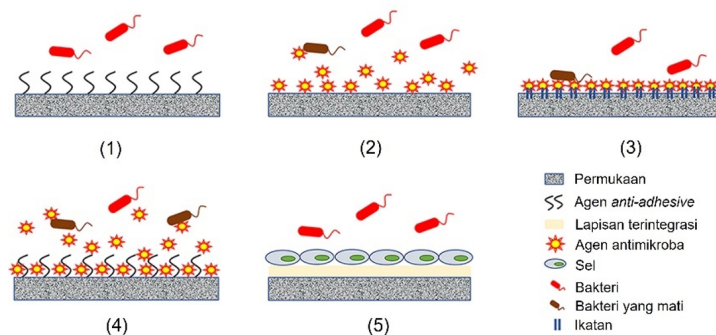
Tembaga secara alami terbentuk di alam dalam bentuk mineral sulfida (*chalcopyrite, chalcocite, bornite, covellite*), mineral karbonat (*azurite, malachite*), mineral silikat (*chrysocola, diopase*) dan unsur tembaga murni. Keunggulan yang dimiliki oleh tembaga yaitu memiliki daya hantar listrik yang baik, daya hantar panas yang baik dan mudah dipadukan dengan unsur logam yang lain. Berdasarkan keunggulannya tersebut, tembaga memiliki berbagai manfaat bagi kehidupan salah satunya dalam bidang industri. Pada bidang industri tembaga memiliki berbagai manfaat yaitu sebagai katalis, alat-alat listrik, pengawet kayu dan campuran logam. Morfologi permukaan nantembaga dengan metode reduksi kimia dengan asam askorbat sebagai reduktor ditunjukkan pada Gambar (1). Gambar tersebut menunjukkan bahwa nanopartikel yang dihasilkan adalah Cu dan Cu_2O dengan bentuk bulat.



Gambar 1 Morfologi SEM dari nanopartikel Cu dan Cu_2O_4 .

Pelapis antimikroba merupakan jenis pelapis yang dibuat dari material yang mengandung senyawa bioaktif untuk melawan berbagai jenis bakteri maupun kuman. Antimikroba merupakan suatu zat atau komponen yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri/kapang (bakteristatik atau fungistatik) hingga membunuh bakteri atau kapang (bakterisida atau fungisida). Aktivitas bakterisida dipicu dengan adanya satu stimulus atau beberapa rangsangan dan biasanya diwujudkan melalui pelepasan yang dipicu dari biosida yang dimuat atau dienkapsulasi. Contoh biosida yang dilepaskan meliputi: logam (atau oksida logam) nanopartikel (NPs)^[6], antibiotic^[7], antimikroba peptida (AMP)^[8]^[9], senyawa amonium kuarterner (QAC)^[10], dendrimer kationik^[11], dan hidrogen peroksida^[12].

Aktivitas juga dapat dicapai melalui aktivitas responsif terhadap rangsangan dari spesies oksigen reaktif (ROS) atau perubahan konformasi dari biosida yang dimuat. Rangsangan termasuk pH, suhu, cahaya, medan magnet, medan listrik, gaya mekanik (tekanan atau sentuhan), gelombang ultrasonik, kekuatan ion, dan konsentrasi agen biokimia (bahan kimia yang disekresikan oleh bakteri atau bahan kimia yang ada di dalam tubuh manusia di tempat infeksi tertentu seperti enzim, glukosa, racun, urea, dan lain-lain). Pelapis antibakteri yang ideal harus memiliki karakteristik pelepasan bakteri atau "*self-cleaning*" untuk menghindari akumulasi bakteri mati di permukaan.



Gambar 2 Strategi desain permukaan dengan pelapis antimikroba^[13].

Terdapat beberapa hal utama yang perlu diperhatikan dalam merancang pelapis antimikroba pada permukaan seperti pada Gambar (2) yaitu: (1) immobilisasi gugus fungsi pada permukaan atau mengubah topologi permukaan untuk mencegah perlekatan bakteri dengan agen anti-adhesif; (2) melapisi agen antimikroba pada permukaan untuk merusak patogen setelah dilepaskan dari permukaan; (3) melumpuhkan agen antimikroba pada permukaan terhadap bakteri patogen yang menyentuh permukaan; (4) menggabungkan bagian anti-adhesive dengan sifat antimikroba dalam lapisan permukaan untuk mencegah perlekatan mikroorganisme sekaligus merusak patogen yang mendekati permukaan; dan (5) melapisi lapisan bioaktif untuk mendorong integrasi jaringan inang untuk menghambat pembentukan biofilm^[13].

Penelitian dibidang antimikroba merupakan salah satu topik yang banyak diminati karena banyak digunakan dalam berbagai aplikasi diantaranya dapat digunakan untuk perangkat medis, permukaan yang rawan kontaminasi di lingkungan perawatan kesehatan, tekstil, kemasan makanan, dan pengolahan air atau peralatan kontak air industri lainnya. Jika penggunaan dengan larutan kimia harus diulang secara periodik. Sedangkan dengan teknologi pelapisan ini maka umur dari antivirusnya bisa berlangsung sangat lama tergantung dari beberapa hal, diantaranya: jika terkait zat aktifnya maka bisa digunakan selama masih ada dipermukaan dan tidak terhalangi dengan benda lain sehingga dapat kontak langsung antara permukaan dan bakteri/virusnya. Kedua yaitu jenis cat yang digunakan sebagai media zat aktifnya. Hal tersebut penting jika catnya terdegradasi dan zat aktifnya lepas maka akan terjadi penurunan sifat antivirus/bakterinya dan juga dari sisi aplikasinya misalnya lapisan tersebut diaplikasikan di permukaan benda yang akan diletakkan di dalam atau luar ruangan.

3 | METODE KEGIATAN

3.1 | Proses Sintesis Nanotembaga

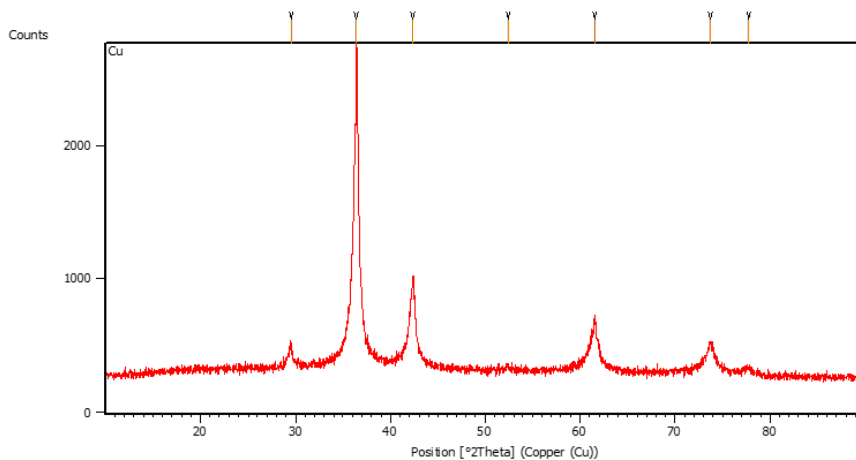
Nanotembaga disintesis dari 0,05 mol $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}(\text{s})$ dilarutkan ke dalam 60 ml akuades, lalu diaduk di atas *hotplate* menggunakan pengaduk magnetik dengan kecepatan 200 rpm pada suhu 33°C lalu terbentuk larutan berwarna biru tua. Kemudian ditambahkan NaOH 4,25 M sebanyak 30 ml. Setelah itu, dilakukan reduksi pertama dengan menambahkan 0,05 mol glukosa yang telah dilarutkan ke dalam 40 ml akuades. Larutan berubah warna menjadi kehijauan dan suhu diatur hingga mencapai 60°C . Reduksi kedua dilakukan dengan menambahkan 2,1 gram asam askorbat yang telah dilarutkan ke dalam 40 ml akuades. Larutan berubah warna menjadi kuning. Setelah reaksi selesai, larutan dibiarkan beberapa saat untuk proses pengendapan. Setelah itu, dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 4.000 rpm selama 2 menit untuk memisahkan antara endapan dan supernatan. Endapan kemudian dicuci dengan air demineralisasi untuk menghilangkan zat pengotor dan dilakukan sentrifugasi kembali. Endapan dikeringkan pada suhu ruang dan disimpan untuk proses selanjutnya.

3.2 | Pelapisan di Fasilitas Kesehatan Medical Center-ITS

Proses pelapisan dilakukan dengan menggunakan *spray* yang terlebih dahulu dilakukan koordinasi dengan pihak penanggungjawab *Medical Center* untuk menentukan fasilitas yang akan dilakukan pelapisan. Pelaksanaan pelapisan *Medical Center* dengan menggunakan metode *spray*. Sebelum pelapisan fasilitas yang akan dilapisi sebagian dilepas dan selanjutnya dilakukan proses pembersihan (*pre-treatment*) untuk memastikan tidak ada pengotor seperti debu, tanah, minyak, dll yang dapat mengurangi kekuatan lekat dari pelapis. Persiapan lain adalah aplikator menggunakan pakaian standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) untuk melindungi diri dari aplikator dari menghirup, terkena zat yang berbahaya.

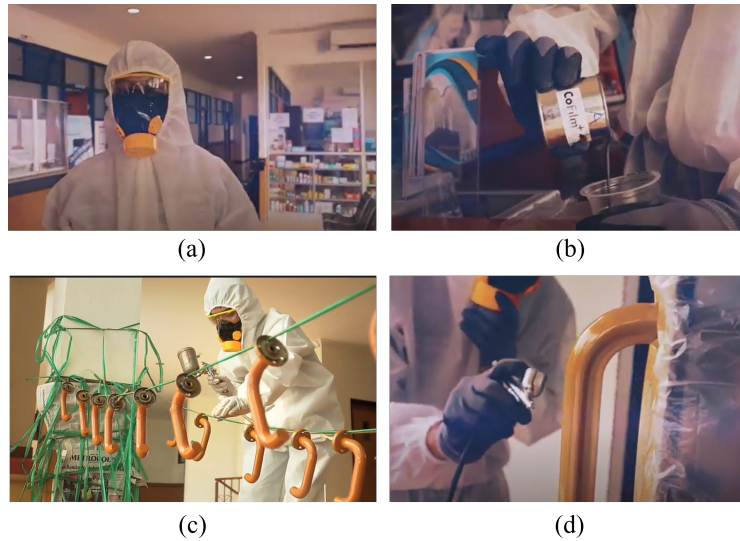
4 | HASIL DAN DISKUSI

Dalam proses sintesis dihasilkan produk berupa nanotembaga. Selanjutnya dilakukan proses karakterisasi dengan menggunakan *X-ray diffraction* (XRD), seperti dapat dilihat pada Gambar (3) berikut:

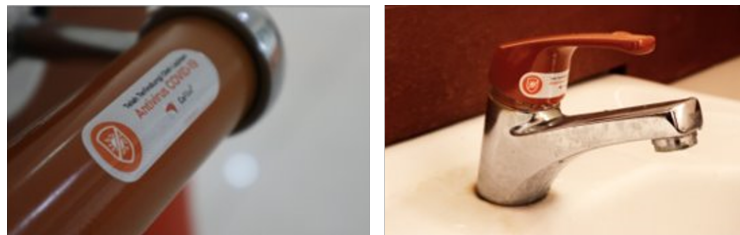


Gambar 3 Menunjukkan hasil karakterisasi nanotembaga dengan menggunakan XRD.

Dari Gambar (3) tersebut tampak beberapa puncak menunjukkan adanya puncak pada $2\theta = 36.4^\circ$ yang merupakan puncak dari unsur tembaga pada hasil XRD tersebut. Selanjutnya proses persiapan cat dengan mencampurkan nanotembaga dengan *organic coating*. Proses pelapisan menggunakan metode *spray* dengan terlebih dahulu dilakukan *pre-treatment* dengan pembersihan pada benda kerja yang akan dilakukan pelapisan dengan urutan proses seperti pada Gambar (4).



Gambar 4 Urutan proses pelapisan di *Medical Center* ITS dengan menggunakan lapisan antivirus dan antibakteri: (a) aplikator pelapisan menggunakan pakaian standar K3; (b) mencampur nanotembaga dengan bindernya; (c) melakukan proses pelapisan pada gagang pintu yang telah dilepas; dan (d) pelapisan pada gagang pintu yang masih menempel pada pintu.



Gambar 5 Hasil pelapisan dengan lapisan antivirus *CoFilm* pada fasilitas *Medical Center*–ITS (a) pegangan tangan, dan (b) pada kran.



Gambar 6 Mitra penelitian ahli virus dari Kobe University, Jepang yang saat ini menjadi peneliti virus di Institut of Tropical Disease (ITD)–UNAIR, Prof Shimizu hadir pada saat proses pelapisan dengan *CoFilm* di *Medical Center*–ITS

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Dari program pengabdian kepada masyarakat berupa pelapisan beberapa fasilitas di *Medical Center* ITS yang telah dilakukan dapat disimpulkan dan disarankan sebagai berikut:

- (a) Pelapis antivirus berbasis nanotembaga di *Medical Center ITS* merupakan sebuah teknologi baru yang sangat bermanfaat untuk melapisi permukaan agar terhindar dari kontaminasi virus, dan mikroorganisme patogen lainnya.
- (b) Pelapisan antivirus telah tercapai dan berhasil diaplikasikan pada permukaan benda di *Medical Center ITS*.
- (c) Belum pernah diaplikasikan produk pelapis antivirus serupa di *Medical Center ITS* sebelumnya, sehingga diharapkan dapat memberikan perlindungan dan pencegahan dari infeksi nosokomial di lingkungan sekitar *Medical Center ITS*.
- (d) Diperlukan adanya pemantauan dan pelapisan berkala untuk menjamin keefektifan lapisan pelapis antivirus.
- (e) Pengaplikasian pada fasilitas umum lainnya dapat dilakukan baik di dalam maupun di luar lingkungan kampus ITS untuk memberi perlindungan yang lebih menyeluruh.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Pengabdian masyarakat ini didukung dan didanai oleh Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat Insitut Teknologi Sepuluh Nopember melalui skema Skema Pengabdian kepada Masyarakat Dana ITS No. Kontrak 1403/PKS/ITS/2021.

Referensi

1. Hastuti P, Aisah NN, Antika L, et al. PENDAYAGUNAAN PARTISIPASI PASIEN DAN KELUARGA DALAM PENCEGAHAN INFEKSI NOSOKOMIAL MELALUI PELAKSANAAN CUCI TANGAN. *Jurnal Pengabdian Kesehatan* 2020;3(1):91–99.
2. Grass G, Rensing C, Solioz M. Metallic copper as an antimicrobial surface. *Applied and environmental microbiology* 2011;77(5):1541–1547.
3. Harikumar P, Aravind A, et al. Antibacterial activity of copper nanoparticles and copper nanocomposites against *Escherichia coli* bacteria. *Int J Sci* 2016;2:83–90.
4. Khan A, Rashid A, Younas R, Chong R, A chemical reduction approach to the synthesis of copper nanoparticles. *Int Nano Lett* 6 (1): 21–26; 2016.
5. Pasqualini JR. Chapter 24 : Breast Cancer 2nd Edition. CRC Press: Boca Raton; 2008.
6. Deng K, Li Y, Liang X, Shen C, Zeng Z, Xu X. Virus-inspired nanoparticles as versatile antibacterial carriers for antibiotic delivery against Gram-negative and Gram-positive bacteria. *Chinese Chemical Letters* 2022;33(3):1619–1622.
7. Bu Y, Zhao K, Xu Z, Zheng Y, Hua R, Wu C, et al. Antibiotic-induced gut bacteria depletion has no effect on HBV replication in HBV immune tolerance mouse model. *Virologica Sinica* 2023;.
8. Rollins-Smith LA. The importance of antimicrobial peptides (AMPs) in amphibian skin defense. *Developmental & Comparative Immunology* 2023;142:104657.
9. Sathiyaseelan A, Saravanakumar K, Zhang X, Naveen KV, Wang MH. Ampicillin-resistant bacterial pathogens targeted chitosan nano-drug delivery system (CS-AMP-P-ZnO) for combinational antibacterial treatment. *International Journal of Biological Macromolecules* 2023;237:124129.
10. Montefusco-Pereira CV, Formicola B, Goes A, Re F, Marrano CA, Mantegazza F, et al. Coupling quaternary ammonium surfactants to the surface of liposomes improves both antibacterial efficacy and host cell biocompatibility. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 2020;149:12–20.
11. Ruiz-González R, Setaro F, Gullías Ò, Agut M, Hahn U, Torres T, et al. Cationic phthalocyanine dendrimers as potential antimicrobial photosensitisers. *Organic & biomolecular chemistry* 2017;15(42):9008–9017.

12. Li Y, Du J, Huang S, Wang S, Wang Y, Cai Z, et al. Hydrogen peroxide potentiates antimicrobial photodynamic therapy in eliminating *Candida albicans* and *Streptococcus mutans* dual-species biofilm from denture base. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* 2022;37:102691.
13. Li X, Huang T, Heath DE, O'Brien-Simpson NM, O'Connor AJ. Antimicrobial nanoparticle coatings for medical implants: Design challenges and prospects. *Biointerphases* 2020;15(6):060801.

Cara mengutip artikel ini: Purniawan, A., Pujiyanto, R. W., Rasyida, A., Sutarsis, Fellicia, D.M., Rochiem, R., Faried, M., Ilfahmi, Y.A., (2023), Pengurangan Penyebaran Virus dan Bakteri dengan Aplikasi Pelapisan Antivirus (CoFilm⁺) sebagai Desinfektan Permanent di *Medical Center – ITS, Sewagati*, 7(4):643–650, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v7i4.678>.