



**PERBEDAAN DAYA HAMBAT *SILVER NANOPARTICLE COATING*
PADA MATERIAL INTERIOR *BIOSMART AND SAFE BUS* TERHADAP
PERTUMBUHAN KOLONI *Staphylococcus aureus***

LAPORAN HASIL PENELITIAN

KARYA TULIS ILMIAH

**Diajukan sebagai syarat untuk mengikuti ujian Karya Tulis Ilmiah
mahasiswa program Strata-1 Kedokteran Umum**

BENHARD PATUAN PURBA

22010119120053

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2022

LEMBAR PENGESAHAN KARYA TULIS ILMIAH
PERBEDAAN DAYA HAMBAT *SILVER NANOPARTICLE COATING*
PADA MATERIAL INTERIOR *BIOSMART AND SAFE BUS* TERHADAP
PERTUMBUHAN KOLONI *Staphylococcus aureus*

Disusun oleh :

BENHARD PATUAN PURBA
22010119120053

Telah Disetujui
Semarang, 21 Desember 2022

Pembimbing 1

Pembimbing 2

Arlita Leniseptaria Antari, S.Si., M.Si.

Nuraini Ekawati, S. Farm., Apt., M.Sc.

NIP. 198109202012122001

NIP. 198801032019032015

Ketua Penguji

dr. Stefani Candra Firmanti, M.Sc.

NIP. 198404202008122003

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kedokteran

dr. Muflihatul Muniroh, M. Si.Med., Ph. D

NIP. 198302182009122004

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama mahasiswa : Benhard Patuan Purba
NIM : 22010119120053
Program Studi : Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran
Universitas Diponegoro
Judul KTI : Perbedaan Daya Hambat *Silver Nanoparticle Coating* pada Material Interior *Biosmart and Safe Bus* terhadap Pertumbuhan Koloni *Staphylococcus aureus*

Dengan ini menyatakan bahwa:

- 1) KTI ini murni tulisan asli saya sendiri tanpa bantuan orang lain selain pembimbing dan narasumber yang diketahui oleh pembimbing
- 2) KTI ini sebagian atau seluruhnya belum pernah dipublikasi dalam bentuk artikel ataupun diajukan untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Diponegoro maupun di perguruan tinggi lain
- 3) Dalam KTI ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai rujukan dalam naskah dan tercantum pada daftar kepustakaan

Semarang, 21 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Benhard Patuan Purba

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya peneliti dapat menyelesaikan tugas Karya Tulis Ilmiah ini. Penulisan Karya Tulis Ilmiah ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. Peneliti menyadari sangatlah sulit untuk menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak sejak penyusunan proposal sampai dengan terselesaikannya laporan hasil Karya Tulis Ilmiah ini. Bersama ini, peneliti menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua, Bantuan Purba dan Juliana br Tampubolon serta saudara peneliti, Raja Malem Hamonangan Purba dan Maharani Ave Maria br Purba yang senantiasa mendukung dalam doa, memberikan dukungan moral serta material kepada saya.
2. Rektor Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberi kesempatan kepada peneliti untuk menimba ilmu di Universitas Diponegoro.
3. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro yang telah memberikan sarana dan prasarana kepada peneliti sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas ini dengan baik.
4. Ibu Arlita Leniseptaria Antari, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing I dan Ibu Nuraini Ekawati, S. Farm., Apt., M.Sc. selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing peneliti dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
5. dr. Stefani Candra Firmanti, M.Sc. selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan yang membangun dalam ujian Karya Tulis Ilmiah ini.
6. Seluruh keluarga Omah Bungsep yang senantiasa memberikan saya pengalaman dan keterampilan serta Mas Bambang selaku petugas Laboratorium Sentral yang senantiasa mendampingi saya selama melakukan penelitian ini.

7. Alfitra Akbar Bara Mentari selaku rekan penelitian yang senantiasa mendampingi dan memberikan motivasi serta masukan dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
8. Sahabat-sahabat terbaik saya, “Guys How to Unsend” yang senantiasa memberi dukungan moral dan bantuan tenaga dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
9. Paguyuban persaudaraan “Bossman” yang memberi dukungan moral dan bantuan tenaga dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
10. Saudara seperjuangan saya yang tergabung dalam kelompok “Wacana” yang senantiasa memberikan dukungan moral dan spiritual dalam menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
11. Serta pihak lain yang tidak mungkin peneliti sebutkan satu-persatu atas bantuannya secara langsung maupun tidak langsung sehingga Karya Tulis ini dapat terselesaikan dengan baik.

Akhir kata, peneliti berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebajikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 21 Desember 2022



Benhard Patuan Purba

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SINGKATAN	xii
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
<i>ABSTRACT</i>	<i>Error! Bookmark not defined.</i>
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Tujuan umum.....	4
1.3.2 Tujuan khusus.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat penelitian bagi ilmu pengetahuan.....	5
1.4.2 Manfaat penelitian bagi masyarakat.....	5
1.4.3 Manfaat penelitian bagi penelitian selanjutnya	5
1.5 Keaslian Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Konsep Patobiologi Segitiga Sehat	8
2.1.1 Karakteristik <i>host</i> (tuan rumah).....	8
2.1.2 Karakteristik <i>agent</i> (penyebab)	9

2.1.3	Karakteristik <i>environment</i> (lingkungan).....	9
2.2	Material	10
2.3	Nanopartikel.....	12
2.3.1	Nanopartikel perak	14
2.3.2	Sintesis nanopartikel perak.....	15
2.4	Transmisi Kontak	16
2.5	<i>Staphylococcus aureus</i>	18
2.5.1	Definisi	18
2.5.2	Klasifikasi.....	19
2.5.3	Morfologi dan identifikasi	20
2.5.4	Manifestasi klinis.....	21
2.6	Kerangka Teori.....	22
2.7	Kerangka Konsep	23
2.8	Hipotesis.....	24
2.8.1	Hipotesis mayor.....	24
2.8.2	Hipotesis minor	24
BAB III METODE PENELITIAN.....		25
3.1	Ruang Lingkup Penelitian.....	25
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2.1	Tempat penelitian	25
3.2.2	Waktu penelitian.....	25
3.3	Jenis dan Rancangan Penelitian	25
3.4	Populasi dan Sampel	26
3.4.1	Populasi penelitian.....	26
3.4.2	Sampel penelitian	26
3.4.2.1	Kriteria inklusi	26

3.4.2.2	Kriteria eksklusi	26
3.4.2.3	Kriteria <i>drop out</i>	27
3.4.3	Cara pengambilan sampel.....	27
3.4.4	Besar sampel.....	27
3.5	Variabel Penelitian	29
3.5.1	Variabel bebas	29
3.5.2	Variabel terikat	29
3.5.3	Variabel perancu.....	29
3.6	Definisi Operasional.....	30
3.7	Cara Pengumpulan Data.....	31
3.7.1	Alat	31
3.7.2	Bahan.....	33
3.7.3	Jenis data	33
3.7.4	Cara kerja.....	33
3.7.4.1	Disinfeksi material	33
3.7.4.2	Pembuatan <i>silver nanoparticles coating</i>	34
3.7.4.3	Pelapisan material interior	35
3.7.4.4	Transportasi material	36
3.7.4.5	Pembuatan suspensi <i>S. aureus</i>	36
3.7.4.6	Pembuatan media <i>nutrient agar</i>	37
3.7.4.7	Pengambilan swab sampel dan hitung jumlah koloni.....	38
3.8	Alur Penelitian	42
3.9	Analisis Data	42
3.10	Etika Penelitian	44
3.11	Jadwal Penelitian.....	44

BAB IV HASIL PENELITIAN	45
4.1 Pertumbuhan Koloni Bakteri <i>S. aureus</i>	45
4.2 Perbedaan Pertumbuhan Koloni Bakteri <i>S. aureus</i> pada Material yang Menggunakan dan Tidak Menggunakan <i>Silver Nanoparticle Coating</i>	47
4.3 Daya Hambat Penggunaan <i>Silver Nanoparticle Coating</i> pada Material Kulit Sintetis terhadap Pertumbuhan Koloni Bakteri <i>S. aureus</i>	51
4.4 Daya Hambat Penggunaan <i>Silver Nanoparticle Coating</i> pada Material <i>Vynil</i> terhadap Pertumbuhan Koloni Bakteri <i>S. aureus</i>	53
4.5 Perbedaan Pertumbuhan Koloni pada Material <i>Vynil</i> dan Material Kulit Sintetis dengan Penggunaan <i>Silver Nanoparticle Coating</i>	56
BAB V PEMBAHASAN	60
5.1 Perbedaan Pertumbuhan Koloni Bakteri <i>S. aureus</i> pada Material yang Menggunakan dan Tidak Menggunakan <i>Silver Nanoparticle Coating</i>	60
5.2 Daya Hambat Penggunaan <i>Silver Nanoparticle Coating</i> pada Material Kulit Sintetis terhadap Pertumbuhan Koloni Bakteri <i>S. aureus</i>	61
5.3 Daya Hambat Penggunaan <i>Silver Nanoparticle Coating</i> pada Material <i>Vynil</i> terhadap Pertumbuhan Koloni Bakteri <i>S. aureus</i>	62
5.4 Perbedaan Pertumbuhan Koloni pada Material <i>Vynil</i> dan Material Kulit Sintetis dengan Penggunaan <i>Silver Nanoparticle Coating</i>	63
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.....	67
6.1 Simpulan	67
6.2 Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA	69
LAMPIRAN.....	79
Lampiran 1. <i>Ethical Clearance</i>	79
Lampiran 2. Data Penelitian.....	80
Lampiran 3. Hasil Analisis Statistik	81
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian.....	91
Lampiran 5. Biodata Peneliti	92

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Keaslian Penelitian.....	6
Tabel 2. Kelompok dan Jenis Perlakuan	28
Tabel 3. Definisi operasional	30
Tabel 4. Sistem pengelompokan, perlakuan dan jumlah area <i>swab</i> material.	41
Tabel 5. Jadwal Penelitian.....	44
Tabel 6. Pertumbuhan Koloni Bakteri <i>S. aureus</i>	45
Tabel 7. Uji beda tidak berpasangan T0, T1, dan T2 pada setiap kelompok perlakuan	47
Tabel 8. Uji beda data pertumbuhan koloni bakteri berdasarkan kelompok perlakuan	48
Tabel 9. Besaran efek (<i>effect size</i>) pada setiap kelompok perlakuan.....	50
Tabel 10. Uji beda data pertumbuhan koloni bakteri pada kelompok material kulit sintetis	51
Tabel 11. Besaran efek (<i>effect size</i>) pada kelompok perlakuan K1 dan K2.....	52
Tabel 12. Uji beda data pertumbuhan koloni bakteri pada kelompok material <i>vynil</i>	54
Tabel 13. Besaran efek (<i>effect size</i>) pada kelompok perlakuan K3 dan K4.....	55
Tabel 14. Perbedaan antara T0, T1 dan T2 pada kelompok K2 dan K4.....	56
Tabel 15. Uji beda berpasangan antara kelompok perlakuan pada waktu T0, T1, dan T2	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Patobiologi Segitiga Sehat (Trias Epidemiologi) ²⁴	8
Gambar 2. Kategori dan karakteristik material ²⁶	10
Gambar 3. Material Interior	11
Gambar 4. Beberapa jenis nanopartikel. ³⁴	13
Gambar 5. Aplikasi nanopartikel perak. ³⁸	14
Gambar 6. Mekanisme antibakteri nanopartikel perak. ³⁸	15
Gambar 7. Metode sintesis nanopartikel. ⁴²	16
Gambar 8. <i>Staphylococcus aureus</i> . ⁵³	19
Gambar 9. Kerangka teori	22
Gambar 10. Kerangka konsep	23
Gambar 11. Pembagian area <i>swab</i> pada potongan material.....	35
Gambar 12. Arah dan mekanisme <i>swab</i> pada permukaan material. ⁶⁵	39
Gambar 13. Model dan area swab material kulit sintetis	40
Gambar 14. Model dan area swab material <i>vynil</i>	40
Gambar 15. Alur Penelitian.....	42
Gambar 16. Grafik pertumbuhan koloni bakteri pada material kulit sintetis.....	52
Gambar 17. Grafik pertumbuhan koloni bakteri pada material <i>vynil</i>	54
Gambar 18. Grafik pertumbuhan koloni bakteri pada material dengan <i>silver nanoparticle coating</i>	58

DAFTAR SINGKATAN

COVID-19	: <i>Corona Virus Disease-2019</i>
ZnONPs	: <i>Zink Oxide Nano Particles</i>
CuINPs	: <i>Cuprum Iodide Nano Particles</i>
CuONPs	: <i>Cuprum Oxide Nano Particles</i>
QUATs	: <i>Quaternary Ammonium Cations</i>
AgNPs	: <i>Argentium Nano Particles</i> (Nanopartikel perak)
NA	: <i>Nutrient Agar</i>
PPM	: <i>Parts Per Million</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>
CFU	: <i>Colonizing Factor Unit</i>
HAI	: <i>Healthcare-Associated Infection</i>
PVA	: <i>Polivinil Alkohol</i>

ABSTRAK

Latar Belakang: Pengendalian infeksi penting dilakukan pada transportasi publik sebagai salah satu lokasi transmisi kontak penyakit menular. Salah satunya dengan menggunakan *silver nanoparticle coating* (SNC) yang berpotensi sebagai antibakteri.

Tujuan: Mengevaluasi perbedaan daya hambat penggunaan SNC pada material interior *biosmart and safe bus* terhadap pertumbuhan koloni bakteri *S. aureus*.

Metode: SNC konsentrasi 200 PPM 17% acrylic diaplikasikan pada permukaan material kulit sintetis dan *vynil biosmart and safe bus*, lalu disemprot dengan suspensi *S. aureus* 0,5 McFarland. Permukaan material (2,5 x 2,5 cm²) kemudian di-*swab* pada waktu 0 menit (T0), 20 menit (T1), dan 40 menit (T2) setelah penyemprotan bakteri. Hasil *swab* kemudian diinokulasikan dalam media NA dan diinkubasi 24 jam pada suhu 37°C. Hal yang sama dilakukan pada material interior bus konvensional yang tidak dilapisi SNC. Pertumbuhan koloni pada kedua kelompok perlakuan dihitung (CFU/cm²), dibandingkan, dan dianalisis dengan uji Saphiro-wilk, Repeated Anova, Friedman, Kruskal Wallis, One Way Anova, Levene, Post Hoc Bonferroni, Post Hoc Wilcoxon, Post Hoc Mann Whitney, Post Hoc Games-Howell, dan *Cohen's d test*.

Hasil: SNC mempunyai efek sangat besar (lebih efektif) dalam menghambat pertumbuhan koloni bakteri *S. aureus* pada permukaan material kulit sintetis dan *vynil* ($d > 0,8$) dibandingkan dengan yang tanpa SNC. Namun, tidak terdapat perbedaan signifikan pada uji beda berpasangan kelompok SNC pada kulit sintetis dan *vynil* dengan SNC pada waktu T0 ($p=0,127$), T1 ($p=0,534$), dan T2 ($p=0,584$).

Kesimpulan: Tidak terdapat perbedaan daya hambat pertumbuhan koloni *S. aureus* yang signifikan antara penggunaan SNC pada material kulit sintetis dan *vynil*, artinya efektivitas SNC sama pada kedua material tersebut.

Kata kunci : material interior, kulit sintetis, *vynil*, *silver nanoparticle coating* (SNC), pertumbuhan koloni bakteri *S. aureus*

ABSTRACT

Background: Infection control is critical in public transportation, which is a point of contact for infectious disease transmission. One of them is by using silver nanoparticle coating (SNC), which has the potential to be an antibacterial.

Purpose: Evaluate the differences in the inhibition of the use of SNC on the biosmart and safe bus interior materials on the growth of *S. aureus* bacteria colonies.

Method: SNC concentration of 200 PPM 17% acrylic was applied to the surface of synthetic leather and vinyl biosmart and safe bus, then sprayed with 0.5 McFarland *S. aureus* suspension. The material surface (2.5 x 2.5 cm²) was then swabbed at 0 minutes (T0), 20 minutes (T1), and 40 minutes (T2) after spraying the bacteria. The swab results were then inoculated in NA medium and incubated for 24 hours at 37°C. The same is done for conventional bus interior materials that are not coated with SNC. Colony growth in both treatment groups was calculated (CFU/cm²), compared, and analyzed using the Shapiro-Wilk test, Repeated Anova, Friedman, Kruskal Wallis, One Way Anova, Levene, Post Hoc Bonferroni, Post Hoc Wilcoxon, Post Hoc Mann Whitney, Post Hoc Games-Howell, and Cohen's *d* test.

Results: SNC has a very large effect (more effective) in inhibiting the growth of *S. aureus* bacteria colonies on the surface of synthetic leather and vinyl materials ($d > 0.8$) compared to those without SNC. However, there was no significant difference in the paired difference test of the SNC group on synthetic leather and vinyl and SNC at T0 ($p = 0.127$), T1 ($p = 0.534$), and T2 ($p = 0.584$). **Conclusion:** There is no significant difference in inhibition of *S. aureus* colony growth between the use of SNC on synthetic leather and vinyl, meaning that the effectiveness of SNC is the same for both materials.

Keywords: interior materials, silver nanoparticle coating, *S. aureus* colonies growth