

TESIS

EFEKTIFITAS *EXTRAORAL-MOBILE AEROSOL GUIDE CHANNEL (E-MAGIC)* DALAM UPAYA ELIMINASI *AEROSOL* PADA TINDAKAN KEDOKTERAN GIGI DI RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT PENDIDIKAN UNIVERSITAS HASANUDDIN, MAKASSAR



Yossy Yoanita Ariestiana

J0122010112

PROGRAM PENDIDIKAN MAGISTER KEDOKTERAN GIGI

PROGRAM STUDI BEDAH MULUT DAN MAKSILOFASIAL

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

EFEKTIFITAS *EXTRAORAL-MOBILE AEROSOL GUIDE CHANNEL (E-MAGIC)* DALAM UPAYA ELIMINASI *AEROSOL* PADA TINDAKAN KEDOKTERAN GIGI DI RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT PENDIDIKAN UNIVERSITAS HASANUDDIN, MAKASSAR

TESIS

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister Kedokteran Gigi
Bidang Ilmu Bedah Mulut dan Maksilofasial**

Disusun dan diajukan oleh

Yossy Yoanita Ariestiana

J0122010112

PROGRAM PENDIDIKAN MAGISTER KEDOKTERAN GIGI

PROGRAM STUDI BEDAH MULUT DAN MAKSILOFASIAL

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

PENGESAHAN TESIS

**EFEKTIFITAS *EXTRAORAL-MOBILE AEROSOL GUIDE CHANNEL (E-MAGIC)*
DALAM UPAYA ELIMINASI *AEROSOL* PADA TINDAKAN KEDOKTERAN
GIGI DI RUMAH SAKIT GIGI DAN MULUT PENDIDIKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN, MAKASSAR**

Yang disusun dan diajukan oleh:

**Yossy Yoanita Ariestiana
J012201012**

Telah disetujui,
Makassar, Juli 2022

Pembimbing I

Pembimbing II



Prof. Muhammad Ruslin, drg., M.Kes, Ph.D, Sp.BM (K)
NIP. 19730702 200112 1 001



Erni Marlina, drg., Sp.PM., Ph.D
NIP. 19590622 198803 1 003

Ketua Program Studi
Magister Kedokteran Gigi
Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin



Fuad Husain Akbar, drg., MARS. PhD
NIP. 19850826 201504 1 001

Dekan

Fakultas Kedokteran Gigi
Universitas Hasanuddin



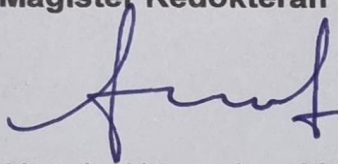
Prof. Muhammad Ruslin, drg., M.Kes, Ph.D, Sp.BM (K)
NIP. 19730702 200112 1 001

TELAH DIUJI OLEH PANITIA PENGUJI TESIS
PADA TANGGAL 23 JUNI 2022

PANITIA PENGUJI TESIS

Ketua : Prof. dr. M. Nasrum Massi, Ph.D., Sp.MK
Anggota : Andi Tajrin, drg., M.Kes., Sp.BM (K)
Dr. dr. Asvin Nurulita, M.Kes., Sp.PK (K)

Mengetahui
Ketua Program Studi
Magister Kedokteran Gigi



Fuad Husain Akbar, drg., MARS. PhD
NIP. 19850826 201504 1 001

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Yossy Yoanita Ariestiana

NIM : J0122010112

Program Studi: Kedokteran Gigi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain.

Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dengan sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika pedoman penulisan tesis.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 20 Juni 2022

Yang menyatakan



Yossy Yoanita Ariestiana
J0122010112

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum wr, wb

Dengan mengucapkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, karena atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan judul "Efektifitas *Extraoral-Mobile Aerosol Guide Channel (E-Magic)* Dalam Upaya Eliminasi *Aerosol* Pada Tindakan Kedokteran Gigi Di Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Pendidikan Universitas Hasanuddin, Makassar"

Pada kesempatan ini, Penulis menyampaikan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. **Prof. Muhammad Ruslin, drg., M.Kes, Ph.D., Sp.BM(K)** sebagai Dekan Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin Periode 2019-2023, Sekaligus Dosen Pembimbing I, atas kesempatan yang diberikan untuk mengikuti Pendidikan Magister Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin Makassar, serta telah bersedia memberikan bimbingan, saran dan koreksi terhadap penelitian ini
2. **drg. Erni Marlina., Ph.D., Sp. PM** sebagai Dosen Pembimbing II, yang telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga dalam memberikan arahan, masukan serta dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini
3. **Kepada Prof Dr Ir Muhammad Arsyad Thaha**, bapak Anshar Muhammad Anshar, ST., Ms.C. (Research), Ph.D., ibu Dr. Eng., Ir. Dewiani, St. MT., adinda Ryan, dari Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin sebagai co-founder, pembuat dan pengembang E-MAGIC.
4. **Fuad Husain Akbar, MARS., Ph.D** sebagai Ketua Program Studi yang banyak memberikan saran dan masukan dalam kelancaran penyusunan tesis serta proses belajar pada program magister Kedokteran Gigi Universitas Hasanuddin
5. **Keluarga besar staf dosen dan residen Bedah Mulut dan Maksilofasial** yang telah membantu memberikan dukungan baik berupa tenaga dan semangat hingga rampungnya karya ilmiah ini
6. **Kepada keluarga besar saya, saudara-saudari tersayang, terkhusus kepada: ibunda Hj. Yaya Rosdaya, SE., SH., MK.n** atas doa yang tak pernah putus hingga saya bisa mencapai jenjang ini. Kepada almarhum ayah saya Dr. Ir. Mohammad Yoenus Osman, MSP atas nilai-nilai yang diajarkan kepada saya sehingga saya bisa mencapai tahap ini. Serta kepada anak saya Qiano Maliq Adam, atas pengertian dan kesabaran selama saya menempuh pendidikan ini.

Akhirnya dengan penuh kesadaran dan kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya serta penghargaan kepada semua pihak yang tidak sempat

penulis sebutkan satu persatu dan semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, ridha dan karunia-Nya kepada kita semua dan berkenan menjadikan tesis ini bermanfaat

Makassar,

Juni 2022

Yossy Yoanita Ariestiana

ABSTRAK

YOSSY YOANITA ARIESTIANA. Efektifitas Extraoral-Mobile Aerosol Guide Channel (E-Magic) Dalam Upaya Eliminasi Aerosol Pada Tindakan Kedokteran Gigi Di Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Pendidikan Universitas Hasanuddin, Makassar (dibimbing oleh **Prof. Muhammad Ruslin, drg., M.Kes., Ph.D., Sp.BM(K)** dan **Erni Marlina, drg., Sp.PM., Ph.D**)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Efektifitas Extraoral-Mobile Aerosol Guide Channel (E-Magic) Dalam Upaya Eliminasi Aerosol Pada Tindakan Kedokteran Gigi Di Rumah Sakit Gigi Dan Mulut Pendidikan Universitas Hasanuddin, Makassar

Penelitian dilakukan di Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Kota Makassar. Desain penelitian adalah Randomized Control Group. Total sampel sebanyak 30 orang yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok intervensi sebanyak 15 dan kelompok kontrol sebanyak 15. Penarikan sampel dilakukan dengan consecutive sampling. Data dianalisis menggunakan uji Wilcoxon Signed Rank, dan Mann Whitney

Hasil analisis menunjukkan bahwa E-MAGIC UH1 merupakan teknologi vakum *aerosol* yang dilengkapi dengan *UV-C disinfectan chamber, vacuum bag, suction fan, raw air filter*, dan *transfer exhaust fan* yang ergonomis, *easy access*, mudah dan nyaman digunakan oleh operator serta efektif dalam mengurangi sebaran *aerosol* maupun percikan yang dibuktikan tindakan kedokteran gigi berupa pembersihan karang gigi (*scaling*) menggunakan *scaler ultrasonic*. Adapun kekurangan alat ini terletak pada ujung suction yang berpotensi menjadi perlekatan bakteri sehingga setelah pemakaian ditekankan untuk dibersihkan secara manual.

Kata kunci: Aerosol, Vakum ekstraoral, Kedokteran gigi

ABSTRACT

YOSSY YOANITA ARIESTIANA. The Effectiveness of Extraoral-Mobile Aerosol Guide Channel (E-Magic) in Efforts to Eliminate Aerosols in Dentistry At Dental Hospital, Hasanuddin University, Makassar (mentored by **Prof. Muhammad Ruslin, drg., M.Kes., Ph.D., Sp.BM(K)** and **Erni Marlina, drg., Sp.PM., Ph.D**)

This study aims to determine the Effectiveness of Extraoral-Mobile Aerosol Guide Channel (E-Magic) in Efforts to Eliminate Aerosols in Dentistry Procedures at the Dental Hospital, Hasanuddin University, Makassar

The research was conducted at the Dental Hospital, Hasanuddin University, Makassar. The design of the study was Randomized Control Group. The total sample was 30 people divided into two groups, namely the intervention group of 15 and the control group of 15. Sampling is carried out by consecutive sampling. Data were analyzed using the Wilcoxon Signed Rank test, and Mann Whitney

The results of the analysis show that E-MAGIC UH1 is an aerosol vacuum technology equipped with UV-C disinfectan chamber, vacuum bag, suction fan, raw air filter, and exhaust transfer fan that is ergonomic, easy access, easy and comfortable to use by the operator and is effective in reducing the distribution of aerosols and sparks as evidenced by dental actions in the form of tartar cleaning (scaling) using an ultrasonic scaler. The shortcomings of this tool is the suction tip which has potential to become a bacterial attachment so that after use it is emphasized to be cleaned manually.

Keyword: Aerosol, Extra-oral vacuum, Dentistry

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PRASYARAT GELAR	ii
PENGESAHAN UJIAN TESIS	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
BAB I PENDAHULUAN	2
A. Latar Belakang Penelitian	2
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS	8
1. Kajian Pustaka	8
1. <i>Aerosol, droplet, dan splatter</i>	8
2. <i>Aerosol</i> pada tindakan kedokteran gigi	11
3. <i>Extraoral-Mobile Aerosol Guided Channel (E-MAGIC)</i>	13
2. Kerangka Pemikiran	14
3. Hipotesis	14
BAB III METODE PENELITIAN	15
A. Uji Fungsi <i>E-MAGIC</i>	15
B. Model pola penyebaran <i>aerosol</i>	18
C. Uji efektifitas <i>E-Magic</i>	18
1. Populasi, penelitian, sampel	18
2. Metode penelitian	19
3. Jenis penelitian	19
4. Identifikasi variabel penelitian	20 _{ix}

D. Alat dan bahan	20
1. Alat – alat	20
2. Bahan – bahan.....	20
E. Definisi operasional.....	20
F. Pelaksanaan penelitian.....	21
G. Pengambilan sampel.....	23
1. Sampel <i>aerosol</i> dari tindakan kedokteran gigi	23
H. Analisis data.....	23
I. Alur penelitian.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
A. Hasil Penelitian	26
B. Pembahasan	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
A. Kesimpulan	32
B. Saran.....	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN – LAMPIRAN	35

BAB I

PENDAHULUAN

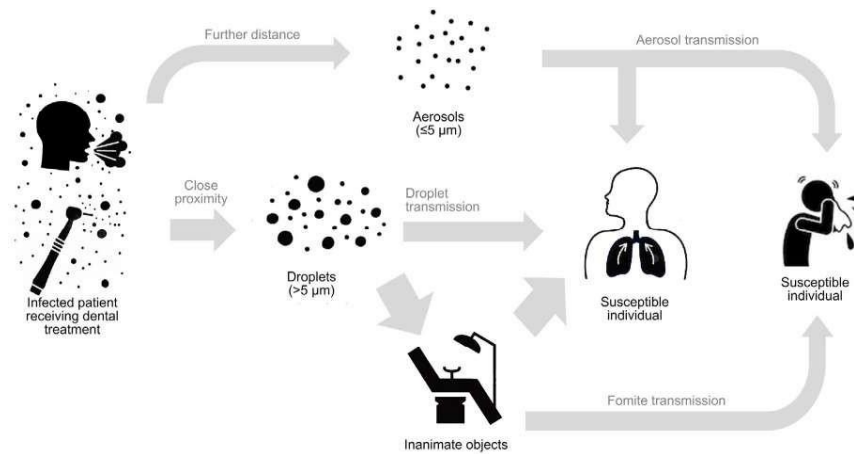
1. Latar Belakang

Infeksi nosokomial merupakan salah satu risiko besar bagi para pekerja kesehatan dan juga pasien. Infeksi ini didapatkan salah satunya melalui transmisi *aerosol* yang merupakan paparan eksposur konsentrasi *aerosol* yang tinggi dalam lingkungan yang relatif tertutup.

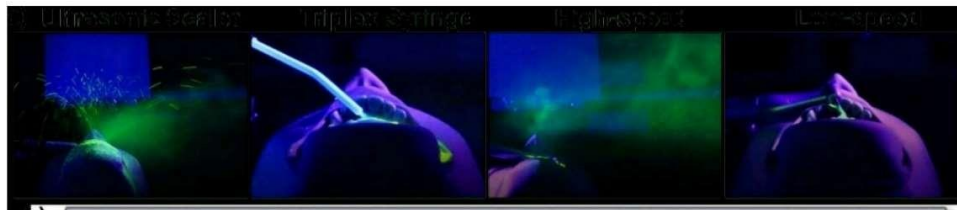
Transmisi infeksi melalui udara terjadi melalui persistensi suspensi tetesan cairan halus atau partikel padat di udara atau dalam gas lain. *Aerosol* yang terinfeksi (*bio-aerosol*) ditandai dengan adanya patogen mati atau hidup sebagai penyebab terjadinya masalah kesehatan. Contoh infeksi yang berasal dari *bio-aerosol* diantaranya infeksi yang disebabkan oleh bakteri patogen *Mycobacterium spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Legionella spp.*, *Staphylococcus aureus*, dan *Streptococcus spp.*, Selain itu golongan virus, seperti rhinovirus, *human immunodeficiency viruses* (HIV), *hepatitis B viruses* (HBV), *hepatitis C viruses* (HCV), dan herpes, juga dapat terkandung dalam *bio-aerosol* dan dapat menyebabkan infeksi. Molekul protein antigen juga dapat terbawa melalui partikel udara dan menyebabkan terpicunya reaksi imun, reaksi alergi dan peradangan non-alergi, dan efek. Potensi bahaya *bio-aerosol* sebelumnya juga dilaporkan menyebabkan sindrom pernapasan akut parah atau *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS), sindrom pernapasan Timur Tengah atau *Middle East Respiratory Syndrome* (MERS), dan ebola. Kondisi tersebut di atas dicirikan oleh difusi udara yang dominan dan mengandung virus, bakteri, dan mikroorganisme yang memaparkan populasi umum dan petugas kesehatan dan meningkatkan risiko penularan penyakit.^{1,2,3}

Dalam lingkup kerja bidang kedokteran gigi, rute potensial penyebaran infeksi adalah melalui kontak langsung dengan cairan tubuh pasien yang terinfeksi, kontak dengan daerah permukaan di lingkungan kerja atau instrumen yang telah terkontaminasi oleh pasien dan kontak dengan partikel infeksius dari pasien yang terbawa udara. Terdapat kekhawatiran mengenai *aerosol* yang diproduksi pada perawatan dental dan berpotensi sebagai transmisi penyebaran penyakit kepada klinisi dan pasien. Jauh sebelum ditemukannya agen infeksi spesifik seperti bakteri dan virus, potensi infeksi melalui rute udara telah lama dikenal dalam bidang kedokteran gigi.^{1,2,3}

Aerosol, percikan dan tetesan yang terkontaminasi banyak diproduksi dalam prosedur perawatan atau tindakan dalam bidang kedokteran gigi (Gambar 1). *Aerosol* tercipta saat alat berdaya tinggi membutuhkan kompresor udara dan air sebagai pendingin agar bekerja efektif. Tanpa air sebagai pendingin, panas yang ditimbulkan oleh getaran alat bisa menyebabkan kerusakan pada jaringan keras gigi dan menyebabkan perubahan patologis pada pulpa gigi. Oleh karena itu, untuk mencegah kenaikan panas, maka pendingin air selalu digunakan ketika melakukan prosedur kedokteran gigi/dental, termasuk preparasi gigi, pembersihan karang gigi (*scaling*), profilaksis rongga mulut dan pada tindakan bedah mulut lainnya. Pendingin air dapat menghasilkan *aerosol* yang nantinya berpotensi bergabung bersama dengan cairan tubuh lain di rongga mulut, seperti darah dan air liur sehingga terbentuk *bio-aerosol*.^{1,2,3}



Gambar 1. Rute transmisi *aerosol*, *droplet* pada praktek kedokteran gigi.²



a. *Ultrasonic scaler* b. *Triplex syringe* c. *High-speed* d. *Low-speed*



Gambar 2. Gambar representatif partikel cair (*aerosol*, percikan dan tetesan) pada tindakan perawatan gigi⁴

Banyak prosedur dalam kedokteran gigi yang menggunakan instrumen berkecepatan tinggi, seperti *dental turbin*, *air-motor*, atau *handpiece* dengan mesin-mikro menghasilkan sejumlah besar percikan dan partikel, yang dapat terkontaminasi oleh virus, bakteri, dan mikroorganisme dari rongga mulut. 90% Percikan atau cipratan-cipratan kecil yang diproduksi pada praktik bedah minor dapat mengandung unsur darah (haemoglobin).^{5,6}

Dalam tatalaksana bedah mulut minor, operator dilengkapi dengan alat pelindung diri berupa sarung tangan, masker mulut, tutup kepala, pelindung wajah, pelindung mata (kacamata / pelindung mata) dan gaun bedah (level 3) sebagai standar protektif rutin. Standar ini berlaku untuk praktik kedokteran gigi sesuai petunjuk Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Namun demikian, hal ini dianggap masih belum optimal dalam mengatasi *aerosol* serta percikan darah pada tindakan kedokteran gigi.^{6,7}

Hal lain yang disarankan untuk menghindari kontaminasi silang yaitu pembatasan paparan *aerosol* dan cipratan dengan menggunakan alat vakum ekstra oral. Untuk alasan ini, eliminasi *aerosol* yang dihasilkan selama tindakan perawatan gigi merupakan prioritas penting dan penggunaan vakum aspirasi ekstra-oral telah direkomendasikan untuk melindungi staf kedokteran gigi dan pasien.^{5,7} Penggunaan filter evakuator volume tinggi/*high volume evacuator (HVE)* merupakan alat penghisap yang berfungsi menghisap udara dengan kecepatan hingga 2,83 m³ per menit. Penggunaan alat ini sebagai salah satu cara untuk menurunkan risiko *aerosol* gigi dan dapat secara efektif dapat mengurangi kontaminasi pada ruang operasi hingga 90%.^{6,7,8}

Pada masa pandemi, penggunaan aspirator vakum *high volume* yang diposisikan dekat dengan mulut pasien saat tindakan kedokteran gigi terbukti efektif dalam mencegah sebaran kontaminan yang terdistribusi dalam lingkup ruang kerja di praktek klinik gigi. Namun, aspirator vakum komersial yang tersedia saat ini sangat mahal dan hanya dapat digunakan dengan jenis *dental unit* tertentu oleh karena kebutuhan daya listrik yang tinggi, serta desain yang tidak standar.⁸ Oleh karena itu, mesin vakum ini tidak umum digunakan di klinik gigi di Indonesia.

Sebagai langkah taktis dalam membantu menurunkan resiko infeksi nosokomial melalui penyebaran *aerosol*, Fakultas Teknik UNHAS berkolaborasi dengan Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Hasanuddin, Indonesia, mengembangkan alternatif pilihan *suction* ekstraoral dengan efisiensi harga dan efektifitas fungsi yang memadai, ekstra oral *suction* ini disebut sebagai *Extra Oral Mobile Aerosol Guided Channel (E-MAGIC)* memanfaatkan teknologi *High-efficiency Particulate Absorbing (HEPA)* filter.

Sebagai tahap lanjut dari kolaborasi dihasilkannya prototipe ekstra-oral *suction*, tahapan berikut dilakukan untuk mengetahui efektivitas aspirasi vakum ekstra-oral dalam menurunkan atau menghilangkan sebaran *aerosol* yang terkontaminasi yang dihasilkan selama prosedur kedokteran gigi.

2. Rumusan Masalah

Vakum ekstraoral merupakan teknologi yang sudah banyak digunakan dalam bidang kedokteran gigi. Dalam masa pandemik, menjadi penting sebagai salah satu langkah preventif guna mencegah penyebaran *aerosol* yang terkontaminasi sehingga dokter gigi dapat bekerja dengan lebih terlindungi. Meski vakum ekstra-oral ini sudah banyak diproduksi dari luar maupun dalam negeri, namun prototipe yang diciptakan dengan kolaborasi antar fakultas di UNHAS menawarkan efisiensi biaya serta tawaran fungsi yang memadai dengan mempertimbangkan kebutuhan lokal dokter gigi di wilayahnya. Selain itu, untuk produk vakum ekstra-oral lainnya, belum ada penelitian akademis yang didedikasikan untuk mengetahui fungsi efisiensi penyerapan/ penurunan kontaminasi *aerosol* dari ekstra oral tersebut. Berdasarkan hal ini maka dapat

dirumuskan permasalahan penelitian sebagai berikut: **apakah vakum ekstra-oral *E-MAGIC* efisien dalam mengeliminasi *aerosol* dalam tindakan kedokteran gigi?**

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Melakukan uji fungsi klinis *E-MAGIC* pada beberapa rumah sakit dan poliklinik gigi besar di Makassar sebagai persiapan untuk pengurusan administrasi izin oleh Kementerian kesehatan Republik Indonesia
2. Membuat model penyebaran *aerosol* dengan dan tanpa penggunaan *E-MAGIC*.
3. Mengetahui efektifitas *E-MAGIC* dalam mengurangi sebaran *aerosol* pada tindakan kedokteran gigi.

3. Manfaat penelitian

1. Manfaat ilmiah dari penelitian ini adalah memberikan landasan ilmiah mengenai fungsi dan efektifitas vakum ekstra-oral, khususnya *E-Magic* terhadap pola penyebaran *aerosol*, dan kemampuan menurunkan *aerosol* terkontaminasi pada tindakan kedokteran gigi di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Hasanuddin.
2. Manfaat praktis dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai bagian dari pengendalian infeksi dalam penatalaksanaan tindakan kedokteran gigi yang memproduksi *aerosol* dan percikan darah di Rumah Sakit Gigi dan Mulut Universitas Hasanuddin.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

A. Kajian Pustaka

1. *Aerosol, droplet, splatter*

Prosedur penghasil aerosol/*Aerosol Generating Procedure* (AGP) adalah intervensi medis yang berpotensi menciptakan *aerosol* selain yang dihasilkan pasien secara alami saat bernapas, berbicara, bersin, dan batuk. AGP menghasilkan tetesan kecil dan besar, dan setiap AGP menciptakan pola dan komposisi *aerosol* yang berbeda. AGP meningkatkan risiko infeksi saluran napas dikarenakan inhalasi *aerosol* atau percikan yang dibawa oleh udara.^{8,9,10}

Aerosol merupakan kombinasi partikel cair dan padat yang umumnya berdiameter lebih kecil dari 50 mikrometer, sedangkan *splatter* atau percikan adalah partikel yang terdiri dari campuran udara, air dan zat padat yang lebih besar dari 50 mikrometer. Aktivitas fisik manusia sehari-hari, seperti batuk, bernapas, bersin atau tertawa, dapat menghasilkan *bio-aerosol*.^{11,12,13}

Ketika diuapkan, *aerosol* akan membentuk 'inti tetesan' yang terdiri dari air liur, serum kering dan mikroorganisme. Ukuran inti tetesan bervariasi dari 0,5 hingga 10 mikron yang dapat mencapai alveoli paru atau mengambang di udara selama beberapa jam. *Aerosol* juga dapat menembus jauh ke dalam sistem pernapasan. Prosedur perawatan gigi rutin menghasilkan *aerosol* dan percikan, yang berpotensi menimbulkan risiko bagi staf kedokteran gigi serta pasien.^{12,14}

Droplet kecil atau residu partikel kecil dari *droplet* yang diuapkan memiliki kecepatan pengendapan yang rendah, sehingga dapat tetap berada di udara untuk waktu yang lebih lama dan melakukan perpindahan lebih jauh sebelum mereka dapat

memasuki saluran pernapasan atau mencemari permukaan. Hasil dari beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa *aerosol* dapat menempuh jarak lebih dari 182 cm.^{11,13,14}

Aerosol yang diproduksi selama perawatan gigi mengandung udara dari instrumen, air dari DUWL, air liur dan darah pasien. Serta selalu disertai dengan kontaminasi bakteri, virus, jamur dan protozoa.^{11,13}

Aerosol dapat diklasifikasikan menurut dimensi partikel yang terlibat. Hal ini berdampak pada potensi akses ke saluran pernapasan bagian bawah. Secara khusus, partikel >10 m diblokir di daerah hidung, sedangkan partikel 5-10 m dapat mencapai dan mengendap di sistem pernapasan bagian atas. Jika diameter aerodinamis partikel lebih kecil dari 5 m, partikel *aerosol* dapat mencapai alveoli paru dan menyebabkan infeksi saluran pernapasan bagian bawah. Transmisi partikel di udara dapat diklasifikasikan sebagai (1) transmisi droplet, terjadi melalui kontak langsung droplet dengan mukosa mulut, hidung, dan mata atau melalui inhalasi langsung, dan (2) transmisi *aerosol*, di mana partikel udara <5 m tetap tersuspensi dalam udara dan mencapai paru-paru melalui inhalasi.¹²⁻¹⁵

Sekitar 75% partikel ini jatuh di atas meja dengan diameter 2m (meter) dari posisi pasien, lingkungan (air, udara, dan permukaan) memainkan peran penting dalam konteks ini. Cairan mulut sangat terkontaminasi bakteri, sebagian besar bakteri aerob (streptokokus dan stafilokokus) dan virus. Sebagian besar prosedur gigi yang menggunakan *handpiece*, *turbin*, *scaler ultrasonic*, pemoles udara, dan unit abrasi menghilangkan material dari lokasi operasi, yang menjadi *aerosol* oleh tindakan putar instrumen atau tindakan gabungan semprotan air dan udara tekan. Oleh karena itu, ada

kemungkinan kuat bahwa aerosol, selain keberadaan bakteri, akan mencakup virus, darah, dan organisme plak supra dan sub-gingiva.^{15,16,17}

Seperti yang baru-baru ini diklaim, profesional gigi tampaknya menjadi salah satu petugas kesehatan yang paling terpapar *aerosol* karena tingginya jumlah prosedur yang menghasilkan *aerosol* yang dilakukan. Dalam perawatan kedokteran gigi, tingkat *aerosol* menunjukkan peningkatan eksponensial saat menggunakan *scaler ultrasonic*, *handpiece* kecepatan tinggi, dan *three way syringe*. Selain itu, beban mikroba pada *aerosol* yang berasal dari air liur, darah, sekresi nasofaring, plak, kalkulus, dan bahan gigi berkontribusi pada risiko infeksi pada petugas kesehatan gigi. Meskipun literatur saat ini melaporkan bahwa prosedur gigi menghasilkan *aerosol* dalam jumlah besar, heterogenitas metodologi yang diterapkan dalam hal pengambilan sampel, pengaturan studi, dan perhatian khusus terhadap dampak mikrobiologis *aerosol* menghalangi kemungkinan untuk membandingkan estimasi profil *bioaerosol* sebelumnya. Selain itu, kurangnya penyelidikan sistematis mengenai difusi aerodinamis *aerosol* dan ketahanannya dalam suspensi. Oleh karena itu sangat penting untuk memahami dinamika *aerosol* yang dihasilkan selama prosedur kedokteran gigi, khususnya yang memproduksi *aerosol* secara signifikan.

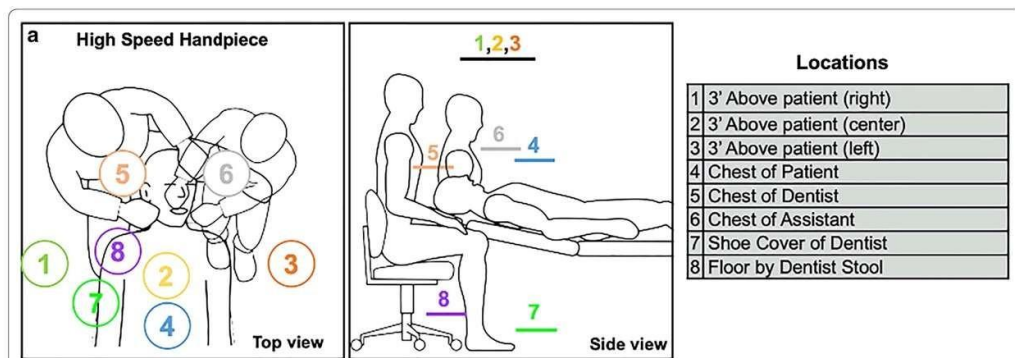
9,17-19

Virus, bakteri, dan mikroorganisme yang dibawa oleh *aerosol* cenderung bertahan di udara selama 3 jam dengan masa hidup 1,1-1,2 jam. Dengan menggunakan *aerosol* sebagai media transportasi, virus dapat menempuh jarak hampir 200.000 km secara horizontal. Kombinasi *suction* intra dan ekstra oral di klinik gigi atau rumah sakit diyakini efektif untuk mengurangi risiko penularan infeksi nosokomial melalui *aerosol* selama praktik dokter gigi.^{9,11}

2. Aerosol pada tindakan kedokteran gigi

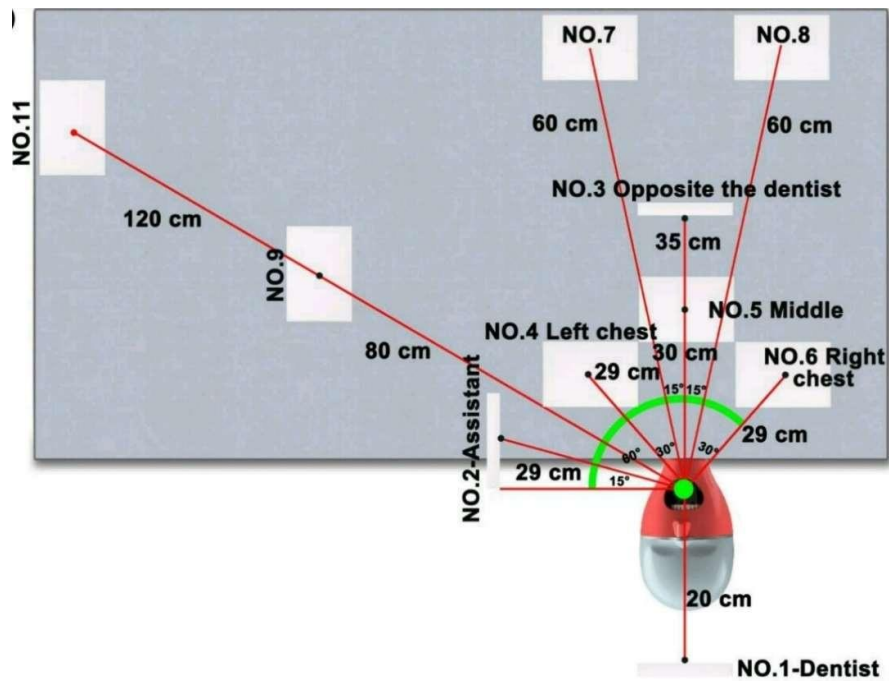
Penilaian risiko penularan patogen melalui *aerosol* telah berulang kali dibahas selama bertahun-tahun karena produksi *aerosol* yang relevan selama sebagian besar prosedur gigi.^{10,19}

Salah satu prosedur kedokteran gigi yang paling umum adalah pembersihan karang gigi (*scaling*). Pembersihan karang gigi dilakukan dengan instrumen *ultrasonic scaler*, yang menghasilkan sejumlah besar percikan dan partikel dan dapat terkontaminasi oleh virus, bakteri dan mikroorganisme dari rongga mulut. Menurut penelitian, pada prosedur kedokteran gigi berupa *scaling*, ketika *tip scaler* mengenai permukaan gigi disertai getaran dan penyemprotan air, maka akan menghasilkan lebih banyak *aerosol*. Pada tindakan bedah minor, 90% *aerosol* yang terbentuk mengandung unsur darah (haemoglobin). Daerah yang terpapar *aerosol* saat penggunaan saat tindakan kedokteran gigi dapat terlihat di gambar 3 dan gambar 4.^{4,7,8,14}



Gambar 3. Lokasi yang terkena *aerosol* dan percikan saat penggunaan *scaler ultrasonic*

dengan putaran tinggi¹⁰



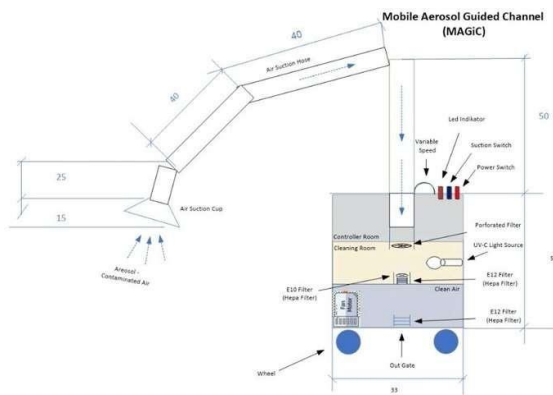
Gambar 4. Gambaran skematik sebaran percikan dan aerosol pada 10 posisi saat perawatan kedokteran gigi.⁴

Mikroba, termasuk bakteri dan virus dapat masuk melalui alat yang digunakan, selanjutnya dapat mencemari udara dan tabung air di dalam *dental unit*, dan dengan demikian berpotensi menyebabkan infeksi silang (nosokomial).^{6,7,20-22}

Penularan infeksi melalui udara terjadi melalui persistensi suspensi tetesan cairan halus atau partikel padat di udara atau dalam gas lain. *Aerosol* yang terinfeksi (*bioaerosol*) ditandai dengan adanya virus, bakteri atau mikroorganisme yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Paparan *bioaerosol* dapat menyebabkan infeksi, karena bakteri, termasuk *Mycobacterium spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Legionella spp.*, *Staphylococcus aureus*, dan *Streptococcus spp.*, dan virus, seperti Rhinovirus, HIV, HBV, HCV, dan Herpes yang dapat menyebabkan infeksi dibawa melalui partikel udara.^{11, 21-24}

3. *Extraoral Mobile Aerosol Guided Channel (E-MAGIC)*

Extraoral-Mobile Aerosol Guided Channel (E-MAGIC) merupakan alat *extraoral suction* yang dikembangkan oleh Fakultas Teknik dan Fakultas Kedokteran Gigi universitas Hasanuddin dalam mengatasi penyebaran aerosol pada tindakan kedokteran gigi. Fungsi penggunaan alat *extraoral suction aerosol* ini adalah untuk mencegah darah, saliva (liur), debu dan substansi lain yang dapat menyebar dalam ruangan perawatan saat tindakan kedokteran gigi dilakukan (Gambar 5). E-MAGIC dilengkapi dengan vakum motor berkekuatan 1800 Watt, *UV indicator*, *UV filter*, *Mesh* (*perforated filter*), *HEPA filter* E10, *HEPA filter* E12 dan *HEPA filter* E12 exit.



(a)

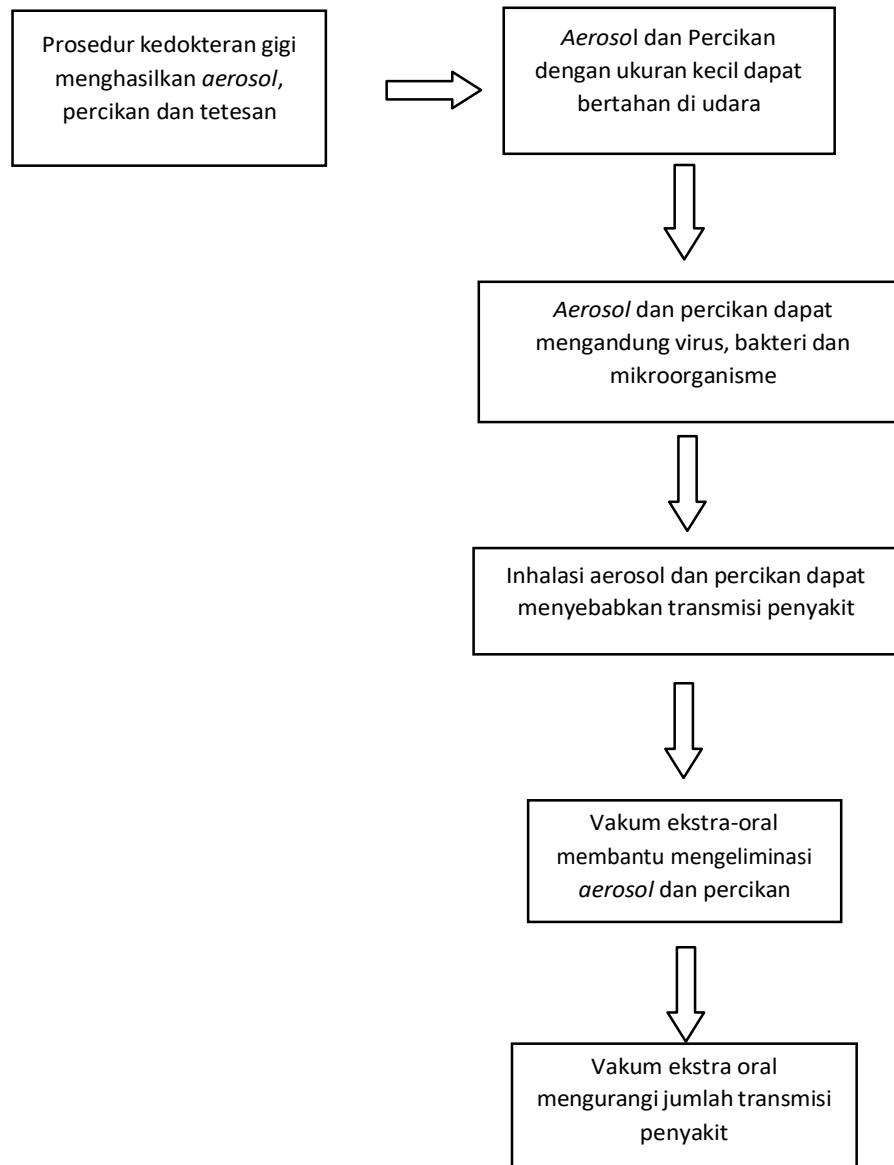


b)

Gambar 5. (a) Desain E-MAGIC, (b) Prototipe 1 E-MAGIC (E-MAGIC-UH1)

(Data pribadi penulis)

B. Kerangka Pemikiran



C. Hipotesis

Penggunaan E-MAGIC mampu menurunkan tingkat penyebaran mekanis dan kontaminasi *aerosol* pada praktek kedokteran gigi