

ULTRAVIOLET C, PLASMA DAN OZON UNTUK ASEPSIS RUANG KLINIK GIGI : Kajian Pustaka

Gunawan Wibisono¹, Avina Anin Nasia², Ira Anggar Kusuma³

¹Program Studi Kedokteran Gigi/Departemen Kedokteran/Fakultas Kedokteran,
Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: ¹gunawanwibisono_drg@fk.undip.ac.id

²Program Studi Kedokteran Gigi/Departemen Kedokteran/Fakultas Kedokteran,
Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: ³avina.anin@fk.undip.ac.id

³Program Studi Kedokteran Gigi/Departemen Kedokteran/Fakultas Kedokteran,
Universitas Diponegoro, Indonesia

Email: ³iraanggarkusuma@gmail.com

ABSTRAK

Tindakan medik di klinik gigi seperti pengeburan dan *scaling* menghasilkan droplet dan bioaerosol. Hal ini meningkatkan risiko terjadinya penyebaran mikroba infeksi silang. Bakteri, jamur dan virus dapat menyebar dari pasien ke operator, alat medis, ruangan dan lingkungan. Risiko penyebaran Covid-19 di klinik juga meningkat, mengingat virus Sarcov-2 dapat menyebar melalui bioaerosol dan droplet. Pemerintah memberi panduan prosedur aseptis untuk menekan penyebaran infeksi dengan pengaturan sirkulasi udara dan penggunaan *High Volume Evacuator (HVE)*. Sinar Ultraviolet C (SUV-C) dan plasma ozon mampu membunuh bakteri, jamur dan virus yang kuat dan cepat. Artikel ini menyajikan kajian pustaka mengenai peluang penggunaan SUV-C dan plasma ozon dalam prosedur aseptis ruang klinik gigi. Artikel diperoleh dengan penelusuran dengan panduan PRISMA, lewat portal *Google Scholar* dan *Pubmed*, dengan kata kunci “*Ultra Violet C*”, “*Plasma Ozone*” dan “*aseptic dental office/clinic/dentistry*”, desain eksperimen, terbit antara 2019-2021. SUV-C dengan 200-280 nm, mempunyai daya bunuh terhadap mikroba dengan target merusak asam nukleat. SUV-C menyebabkan dimerisasi basa pirimidin sehingga menghambat replikasi. SUV-C juga menyebabkan molekul O₂ terpecah menjadi O⁻ bersifat oksidator kuat mempunyai daya bunuh terhadap mikroba. Plasma ozon dapat diproduksi dengan mesin generator ozon, dengan prinsip mengalirkan oksigen atau udara melewati 2 kutub listrik. Berbagai uji klinik membuktikan bahwa SUV-C maupun plasma ozon membunuh mikroba sangat cepat. Beberapa pusat penelitian SUV-C dan plasma ozon di Indonesia telah mampu memproduksi alat tersebut, diharapkan mendukung kemampuan pencegahan penyebaran infeksi di klinik gigi selama pandemi Covid-19.

Keywords: SUV-C, plasma ozon, bioaerosol, aseptis ruang klinik gigi.

LATAR BELAKANG

Tindakan medik gigi seperti mengebur, memoles dan *scalling* dapat menghasilkan bioaerosol dan droplet, yang berpotensi sebagai media penularan infeksi (Keyhan *et al.*, 2020). Di era pandemi ini, risiko penularan infeksi Covid-19 dapat terjadi di klinik gigi, mengingat penularan virus ini diketahui melalui aerosol dan droplet. Seluruh dunia merasakan dampak dari pandemi ini. Banyak klinik gigi yang terpaksa menutup klinik, atau pasien khawatir datang ke klinik karena khawatir tertular Covid-19. Hal ini tidak terkecuali dalam fasilitas kesehatan gigi di Indonesia (Panduan dokter gigi era pandemi Covid-19, 2020).

Penularan infeksi di klinik gigi dapat terjadi secara menyilang, dari pasien ke alat, operator, permukaan benda (*high touch surface/HTS*), udara, kembali ke operator dan seterusnya. Secara umum strategi untuk mencegah penularan adalah memutus rantai penularan, dengan berbagai prosedur aseptis sesuai dengan sumber penyebaran. Prosedur aseptis mulai dari kumur antiseptik, penggunaan APD, desinfeksi dan sterilisasi alat, pengaturan tata letak ruang, sistem sirkulasi hingga pengelolaan limbah. Pengelolaan bioaerosol dan droplet adalah satu hal yang sangat penting dilakukan di klinik gigi (Panduan dokter gigi era pandemi Covid-19, 2020).

Pemerintah Indonesia melalui PDGI telah menerbitkan panduan operasional dengan tujuan agar klinik gigi dapat beroperasi kembali memberikan pelayanan kesehatan gigi. Dengan adanya panduan klinik ditujukan agar pelayanan gigi tetap aman dan mengutamakan keselamatan bagi pasien dan operator (Alharbi *et al.*, 2020). Salah satu prosedur penting risiko penyebaran mikroba adalah penggunaan sistem pembersihan udara untuk mengurangi volume bioaerosol dan desinfeksi ruang klinik. Resume dari panduan klinik dari satgas Covid-19 PDGI adalah penggunaan pemindah udara berkapasitas besar (*High volume evacuator/HVE*) dilengkapi dengan filter HEPA, penggunaan UV-C dan *ozon-mist* (Panduan dokter gigi era pandemi Covid-19, 2020). HVE berkapasitas 100 cfm digunakan untuk menghisap udara/bioaerosol yang dihasilkan dalam tindakan medik gigi kemudian disaring dengan HEPA. Mikroba aerosol tertahan dalam filter, dan dihasilkan udara bersih. HEPA harus selalu diganti, karena tidak dapat dilakukan pencucian ulang. Sinar UV-C dan kabut ozon dianjurkan digunakan untuk desinfeksi permukaan benda HTS dari mikroba droplet. Penggunaan fogging dengan formalin, fenol dan amonium untuk permukaan HTS tidak dianjurkan (Panduan dokter gigi era pandemi Covid-19, 2020).

Penggunaan UV-C, plasma dan ozon di klinik gigi di Indonesia relatif belum cukup luas, walaupun telah diketahui bahwa kedua bahan ini terbukti berdaya antimikroba yang sangat kuat. Hal ini mungkin akibat ketersediaan alat yang tergantung dari impor (Permenkes

Nomor 86 Tahun 2013). Beberapa lembaga penelitian di Indonesia, saat ini telah mampu berinovasi menciptakan alat pembangkit SUV-C dan plasma ozon dan diaplikasikan sebagai antimikroba. Lembaga penelitian CIRNOV Universitas Ahmad Dahlan (UAD) Yogyakarta, berinovasi menghasilkan pistol SUV-C portabel dengan Sertifikat Kemenkes FK.01.01/VI/3193-e/2020 (Hariyadi & Hadi, 2021) Pusat Penelitian Plasma (CPR) Universitas Diponegoro, berinovasi membuat generator ozon dan pembersih udara (*air purifier*) berbasis plasma, dengan nomer paten IDP000052795. Artikel ini bertujuan menyajikan kajian pustaka mengenai peluang penggunaan SUV-C dan atau generator ion plasma ozon dalam prosedur aseptis terhadap bioaerosol ruang klinik, di era pandemi Covid-19 (Nur, 2020).

Ultraviolet uses to aseptic

Peneliti	Tahun	Desain	Hasil
Huber <i>et al.</i>	2021	Daya bunuh SUV-C terhadap masker yang dikontaminasi dengan isolasi SARS-CoV-2.	SUV-C 800-1200 mj/cm ² efektif mereduksi SARS-CoV-2.
Hariyadi & Hadi	2021	Paparan SUV-C untuk membunuh isolasi E.coli.	SUV-C 256 nm, jarak 30 cm, 30 detik, membunuh seluruh E.coli.
Ozog <i>et al.</i>	2020	Daya bunuh SUV-C terhadap virus SARS-CoV-2.	UVC 254 nm, 1,5 J/cm ² efektif membunuh 90% virus SARS-CoV-2.
Beggal <i>et al.</i>	2020	SUV-C untuk prosedur dekontaminasi ulang masker N-95.	Pemaparan 2-min SUV-C pada masker bedah mempengaruhi 2.6 J/cm ² angka kuman menjadi <1x10 ¹ .
Schentag	2020	Eefektifitas kombinasi SUV-C dengan filter HEPA.	SUV-C dikombinasi dengan HEPA efektif membunuh mikroba yang tersaring.
Kierat <i>et al.</i>	2020	Eefektifitas kombinasi SUV-C dengan filter HEPA	SUV-C dikombinasi dengan HEPA efektif membunuh mikroba yang tersaring.

Plasma and ozone uses to aseptic

Nicolini <i>et al.</i> 2021	Efektifitas ozon mereduksi biofilm plak gigi.	Air yang terozonisasi tidak efektif menghambat biofilm plak gigi.
Gunawan <i>et al.</i> 2021	Insuflasi gas ozon ke dalam air kumur, mengetahui daya bunuh terhadap mikroba saliva.	Paparan ozon total 248 ppm dalam 120 detik, menurunkan jumlah mikroba hingga 54%.
Okubo <i>et al.</i> 2019	Ozonized water digunakan untuk desinfeksi jalur air dental unit.	4 ppm air yang terozonisasi membunuh 50% mikroba dalam jalur air dental unit.
Mainka 2020	Efektifitas kombinasi plasma dan HEPA menurunkan mikroba udara.	HEPA dengan ion plasma 6 ppm selama 20 menit pada ruang seluas 9 m ² , mampu menurunkan jumlah bakteri hingga 78%.
Eisenloffel 2019	Efektifitas kombinasi plasma dan HEPA menurunkan jumlah virus.	HEPA dalam HVE dengan plasma dapat menurunkan 99% virus.

METODE DAN BAHAN PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah *systematic literature review* berdasarkan panduan PRISMA, sehingga diperoleh artikel yang sesuai dengan tujuan penelitian. Artikel penelitian *fulltext*, diperoleh dari penelusuran *online* dalam *Google scholar* dan *PubMed*, dibatasi terbit antara 2019-2021. Kata kunci yang digunakan adalah “*Ultraviolet C*”, “*Plasma Ozone*” dan “*Aseptic dental office/clinic/dentistry*”. Artikel penelitian dipilih dengan kriteria desain eksperimen laboratoris atau klinis.

HASIL PENELITIAN

Dari proses penelusuran dengan kriteria dan kata kunci, diperoleh 6 artikel terkait penggunaan UV-C dan 5 artikel mengenai plasma dan ozon untuk prosedur aseptis, tersaji pada tabel 1.

Tabel 1. Daftar artikel hasil penelusuran, terkait penggunaan UV-C, plasma dan ozon untuk prosedur aseptis.

DISKUSI

UV-C DAN MEKANISME ANTIBAKTERI

Sinar ultraviolet merupakan sinar radiasi dengan rentang panjang gelombang 100 hingga 300 nm. Dari rentang ini UV dibagi menjadi ultraviolet vakum, A, B, C dan violet biru. Seluruh UV sebenarnya berdaya bunuh terhadap mikroba, namun UV-C yang mempunyai daya bunuh paling kuat. Penggunaan UV untuk prosedur desinfeksi telah dilakukan sejak tahun 1930. Sinar UV-C dengan panjang gelombang 200-280 nm membunuh mikroba dengan cara merusak DNA. Virus lebih mudah dibunuh mengingat strukturnya yang lebih sederhana dibanding dengan bakteri (Restiwijaya *et al.*, 2019).

PLASMA ION DAN MEKANISME ANTIBAKTERI

Plasma adalah bentuk fase ke-4 dari suatu molekul benda, setelah fase padat, cair dan gas. Fase plasma artinya molekul terurai dalam bentuk ion bermuatan negatif, yang tidak stabil dan bersifat elektromagnetik (Sakudo *et al.*, 2019). Secara teknis plasma dapat dihasilkan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan generator plasma dingin (*Dielectric barrier discharge/DBD*). Prinsipnya plasma diperoleh dengan cara mengalirkan bahan baku melewati 2 kutub bermuatan listrik. Bahan baku plasma berupa gas, seperti udara bebas yang berisi nitrogen dan oksigen. Udara bebas akan menghasilkan ion O^- dan N^- . Ozon dihasilkan dengan mengalirkan gas O_2 murni ke dalam generator ozon. Umur ozon di udara bebas hanya beberapa menit saja, sebelum membentuk molekul stabil lagi. Ozon dalam air (*ozonized water*) mampu bertahan dalam waktu 20-30 menit sebelum membentuk O_2 stabil (Nur, 2020).

Mekanisme antibakteri dari ozon adalah dengan cara bereaksi dengan ikatan rangkap pada asam lemak dari dinding dan membran sel bakteri. Ozon akan mengoksidasi dan menghancurkan dinding sel yang mengakibatkan kegagalan integrasi dari unsur sel yaitu asam nukleat. Setelah sel bakteri teroksidasi, permeabilitas membran meningkat, sitoplasma sel akan keluar dan molekul ozon akan masuk dan merusak organel dalam sel bakteri. Sifat oksidasi ozon yang tinggi mampu membunuh berbagai jenis mikroorganisme dalam waktu yang singkat. Oksida radikal tersebut bereaksi dengan senyawa organik sel mikroba, menghancurkan berbagai jenis mikroorganisme bakteri gram positif, negatif, *yeasts*, ataupun spora (Okubo *et al.*, 2020)

PENGUNAAN UV-C DI KLINIK GIGI

Di Indonesia UV-C lazimnya digunakan untuk sterilisasi/ desinfeksi tingkat rendah atau sedang untuk alat non kritis atau semi kritis. Ultraviolet tidak cukup untuk mencapai

sterilitas sebagaimana yang mampu dicapai dengan autoklaf panas kering. Dalam hal ini SUV-C digunakan dalam kotak sterilisasi, dengan kemampuan terbatas karena hanya mampu menyinari permukaan tertentu saja. Lampu SUV-C dapat digunakan untuk tujuan aseptis dinding ruangan klinik, permukaan benda, dan udara ruangan. Sumber SUV-C berupa lampu dengan daya tertentu, dilengkapi dengan reflektor agar dapat menyinari ruangan dalam waktu tertentu. Dengan penyinaran ini, mikroba di dinding, permukaan benda dalam klinik dan mikroba yang melayang di udara sisa bioaerosol diharapkan terpapar sinar dan mati. (Mizta *et al.*, 2021)



Gambar 1. (1) Skema lampu UV-C statis dengan pancaran menyebar dan (2) lampu pistol Covid dengan pancaran cahaya terfokus.

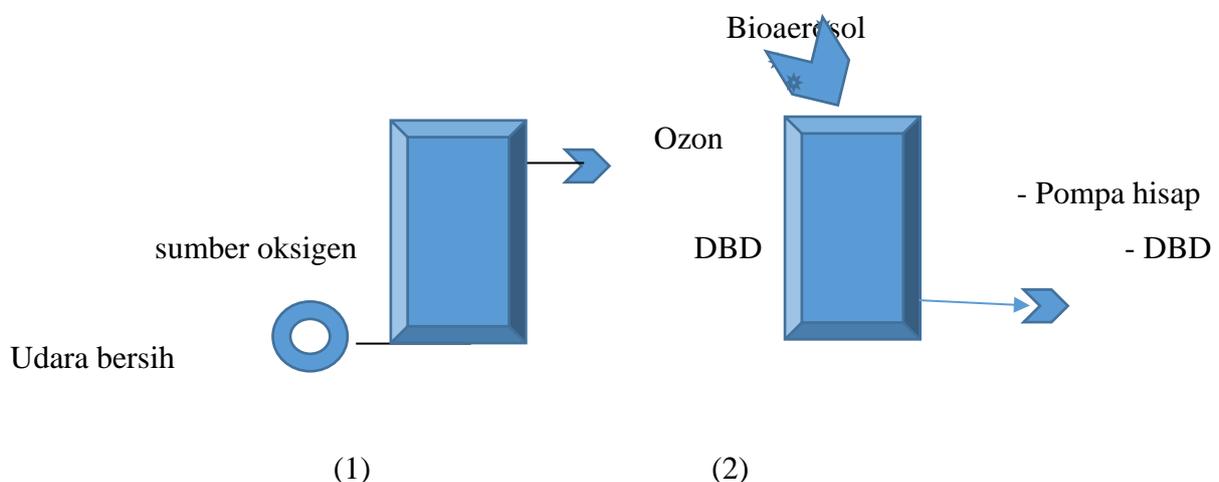
Pusat studi CIRNOV Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta melaporkan mampu berinovasi dengan “Pistol Covid-19” SUV-C portable dengan daya 13 watt dan panjang gelombang 265 nm. Alat ini dapat dioperasikan dengan fleksibel secara manual. Penelitian pendahuluan terhadap inokulat E.Coli, dengan penyinaran selama 30 detik dengan jarak 30 cm, seluruh bakteri tidak tumbuh pada media (Haryadi & Hadi, 2021). Dengan kemampuan ini SUV-C portabel ini dapat digunakan secara fleksibel untuk prosedur aseptis terhadap droplet di lantai atau HTS benda di ruang klinik. Penggunaan alat ini untuk aseptis udara ruangan belum direkomendasikan karena belum ada laporan mengenai kemampuan bunuh terhadap bakteri di udara/ aerosol.

Dalam kondisi darurat SUV-C dapat digunakan untuk desinfeksi ulang masker N95, dengan cara mengeliminasi virus SARS-CoV-2 hingga lebih dari 90% (Ozog *et al.*, 2020; Beggal *et al.*, 2020; Huber, 2021) Sejauh ini belum ada laporan mengenai kemampuan SUV-C membunuh SARS-CoV-19, namun SUV-C dilaporkan efektif membunuh SARS jika dikombinasikan dengan alat pembersih udara (*air purifiers*) berbasis teknologi plasma. Daya bunuh SUV-C tergantung dari intensitas sumber lampu, jarak, lama paparan dan kelembaban udara (Mitza *et al.*, 2021)

PENGGUNAAN ION PLASMA DAN OZON UNTUK ASEPSIS DI KLINIK GIGI

Teknologi ion plasma sangat berpotensi digunakan di klinik gigi secara luas, terutama dalam prosedur aseptis HTS dan pembersihan udara dari bakteri, virus, partikel mikro dan gas berbau dalam bioaerosol (Choi, *et al.*, 2021). Teknologi ion plasma dan ozon di Indonesia belum diaplikasikan secara luas di klinik gigi. Salah satu kendala yang terjadi adalah ketersediaan alat berupa generator plasma ozon. Pusat studi plasma (CPR) Universitas Diponegoro mengembangkan teknologi plasma, berupa generator plasma berbahan udara dan oksigen yang menghasilkan ion plasma udara dan ozon. Plasma ozon dapat dilarutkan ke dalam air (*ozonized water*), digunakan untuk dekontaminasi droplet pada permukaan benda HTS dan membilas jalur pembuangan air kumur dan untuk air kumur (Okubo, 2019; Grignani *et al.*, 2021). Penelitian pendahuluan *in vitro* menunjukkan ozonisasi air kumur mampu menurunkan total bakteri saliva sebesar 55% dalam waktu 120 detik (Wibisono *et al.*, 2021). Namun demikian, *ozonized water* tidak efektif menurunkan biofilm plak gigi (Nicolini *et al.*, 2021)

Pusat Studi Plasma Undip juga mengembangkan alat pembersih udara dari aerosol, berbasis ion plasma udara. Alat ini bekerja menghisap aerosol, kemudian mengalirkan udara tersebut ke dalam tabung melewati dua kutub listrik tegangan rendah. Ketika melewati kutub listrik molekul nitrogen dan oksigen terpecah menjadi ion N^- dan O^- bersifat oksidator (Restiwijaya *et al.*, 2019). Mikroba yang terhisap bersamaan di dalam bioaerosol akan teroksidasi oleh ion plasma dengan cepat dan mengalami kematian. Bioaerosol selanjutnya difiltrasi, sehingga udara keluar dari generator plasma tanpa mengandung mikroba. Daya bunuh alat ini hanya 54,3 % dalam waktu 1 jam, dengan daya hisap udara sebesar $300 M^3/jam$ (Nur, 2020).



Gambar 2. (1) Skema generator ozon dan (2) ion plasma.

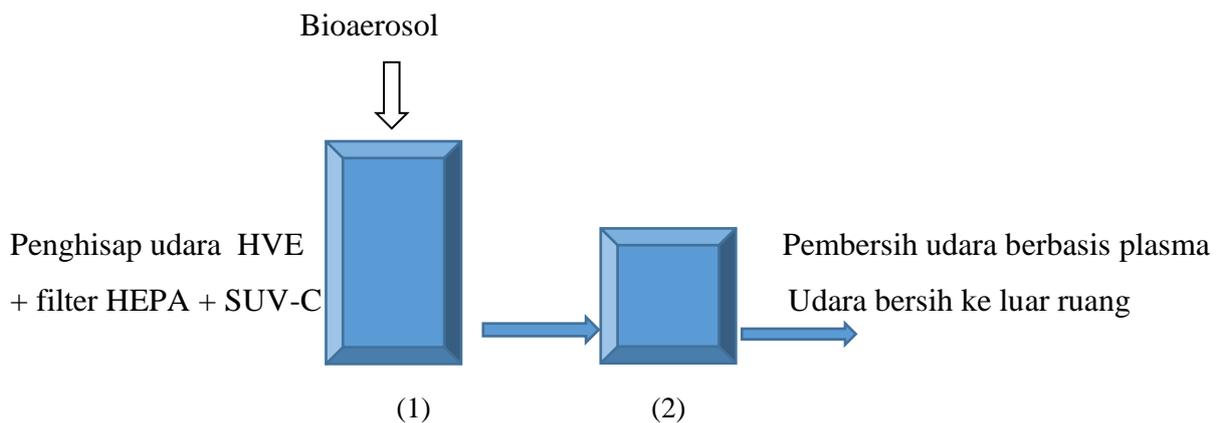
Secara umum teknologi ion plasma dengan variasi dosis dan durasi paparan, terbukti mampu menurunkan bakteri maupun virus antara 50 hingga 90% (Grignani *et al.*, 2021). Kelemahan teknis yang teramati pada alat pembersih udara berbasis plasma, adalah bahwa desain terlalu sederhana, dimana udara bersih yang dihasilkan tetap bersirkulasi kembali dalam ruangan. Hal ini tidak sesuai dengan panduan bahwa udara dari dalam ruang harus bersirkulasi keluar ruangan. Secara ringkas penggunaan alat berbasis SUV-C dan plasma di klinik gigi, ditampilkan pada tabel 2 di bawah.

Nama alat	Tujuan	Cara penggunaan
Lampu UV-C statik	Desinfeksi ruang: dinding, permukaan HTS	Sekian jam, tergantung spesifikasi alat
Lampu UV-C pistol portabel	Desinfeksi HTS benda dalam ruang klinik, lantai, dinding	Diarahkan ke area target selama 30 detik, jarak 30 cm
Generator ozon	Ozonisasi air untuk kumur, desinfeksi alat dan HTS	Insuflasi gas ozon ke dalam air (<i>ozonized water</i>) untuk air kumur, membilas saluran buang air, desinfeksi HTS dan lantai
Pembersih udara (air purifier) berbasis plasma	Membersihkan udara ruang klinik dari mikroba aerosol	1. Dinyalakan dengan posisi dekat sumber aerosol 2. Dikombinasikan dengan HVE
High volume evacuator (HVE)	Membersihkan udara ruang klinik dengan filter HEPA	Posisi corong hisap di area pusat aerosol, udara

Tabel 2. Ringkasan jenis alat dan cara penggunaan di klinik gigi.

PENGGUNAAN KOMBINASI HEPA, UV-C DAN PLASMA

Filter HEPA di dalam penghisap udara HVE, hingga saat masih menjadi andalan untuk menyaring mikroba bioaerosol. Filter HEPA mampu menyaring partikel bioaerosol berukuran hingga 0.3 mikron dengan efektifitas mencapai 99,9%. Kinerja setinggi ini biasanya dicapai dengan mengkombinasikan HEPA dengan SUV-C atau charcoal sebagai pra-filter (Schentag *et al.*, 2020). Oleh karenanya sangat direkomendasikan agar teknologi plasma dan atau SUV-C ini digunakan secara kombinasi dengan filter HEPA sebagai komponen dari HVE untuk mengelola bioaerosol dari udara ruang klinik dengan aman (Kierat *et al.*, 2020; Mizta *et al.*, 2021).



Gambar 3. (1) Skema penghisap udara HVE dengan HEPA dan (2) pembersih udara berbasis plasma.

Percobaan penggunaan kombinasi HEPA dengan ion plasma 6 ppm selama 20 menit pada ruang seluas 9 m², mampu menurunkan jumlah bakteri hingga 78% (Mainka, 2020). Percobaan lain dilaporkan bahwa penggunaan antara HEPA dalam HVE dengan plasma dapat menurunkan 99% virus (Eisenloffel, 2019). Adanya variasi hasil ini dipengaruhi oleh desain penelitian, seting ruangan, dosis dan durasi paparan plasma. Secara umum berbagai penelitian menunjukkan kemampuan kombinasi alat dalam menurunkan angka mikroba aerosol.

KESIMPULAN

Penelitian mengenai daya bunuh SUV-C, ion plasma dan ozon terhadap mikroba, menunjukkan hasil yang konsisten. Variasi kemampuan daya bunuh alat tersebut, dipengaruhi dosis, durasi, kelembaban dan desain penelitian. Sinar UV-C, ion plasma dan ozon dapat digunakan di klinik untuk tujuan aseptis ruangan di klinik dari mikroba dalam bioaerosol.

DAFTAR PUSTAKA

- Alharbi A., Alharbi S., & Alqaidi S. (2020). Guidelines for dental care provision during the COVID-19 pandemic. *Saudi Dental Journal*, 32, 181-186.
- Begall LFL., Wielick C., Dams L. et al. (2020). The use of germicidal ultraviolet light, vaporized hydrogen peroxide and dry heat to decontaminate face masks and filtering respirators contaminated with a SARS-CoV-2 surrogate virus. *J Hosp Infect*, 106(3), 577-584.
- Choi E.H., Uhm H.S., & Kaushik N.K. (2021). Plasma bio-science and its application to medicine. *AAPPS Bulletin*, 31, 10.
- Eisenloffel L., Speck S., Reutter T., Horn M., Schlegel S., & Truyen U. (2019). Impact of UV-C sustained recirculating air filtration on airborne bacteria and dust in a pig facility. *PLoS One*, 14(11), e0225047.
- Grignani E., Sisto R., & Mansi A. (2021). Safe and effective use of ozone as air and surface disinfectant in the conjuncture of Covid-19, *Gases*, 1, 19–32.
- Hariyadi S., & Hadi S. (2021). Study on the effectiveness of disinfectant pistol based on UV-C light. (melalui komunikasi personal)
- Huber T., Goldman O., Epstein AE. et al. (2021). Principles and practice for SARS-CoV-2 decontamination of N95 masks with UV-C. *Biophys J*.
- Keyhan, S.O., Fallahi H.R., & Motamedi A. (2020). Reopening of dental clinics during SARS-CoV-2 pandemic: an evidence-based review of literature for clinical interventions. *Maxillofacial Plastic and Reconstructive Surgery*, 42, 25.
- Kierat W., Chrusciel A., & Augustyn W. (2020). The use of UV-C irradiation to sterilize filtering face piece masks limiting airborne cross-Infection. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 7396.
- Mainka A., Mucha W., & Pastuszka JS. (2020). Non-commercial air purifier: the effectiveness and safety. *Buildings*, 10(6): 104-110.
- Miśta M. Dubiel A. Brzoza K. et al. (2021). Air disinfection procedures in the dental office during the covid-19 pandemic. *Medycyna Pracy*, 72(1), 39–48.

- Nicolini A.C., Rotta I.S., Langa G.P., et al. (2021). Efficacy of ozonated water mouthwash on early plaque formation and gingival inflammation: a randomized controlled crossover clinical trial. *Clinical Oral investigations*, 25, 1337–1344.
- Nur M. (2020). Optimalisasi hasil penelitian dan pengabdian masyarakat menuju kemandirian: aplikasi teknologi plasma dingin untuk kesehatan dan pasca panen hortikultura. Webinar UMS. Retrieved April 14, 2021 from http://semnas.unimus.ac.id/2020/wpcontent/uploads/2020/12/Semnas_webinar_Unimus2020_PDF.pptx.pdf.
- Okubo K. Ito T. Shiota Y., et al. (2019). Effectiveness and safety of low-concentrated ozonized water for the reduction of contamination in dental unit water lines. *Heliyon*, 5, 3-8
- Ozog DR., Sexton JZ., Narla S. et al. (2020). Effect of ultraviolet C radiation against different N95 respirators inoculated with SARS-CoV-2. *Int J Infect Dis.*, 100, 224-229.
- Panduan dokter gigi era pandemi Covid-19. (2020). PB PDGI, Jakarta.
- Permenkes Nomor 86 Tahun 2013, Tentang peta jalan pengembangan industri alat kesehatan. Retrieved April 19, 2021 from <http://hukor.kemkes.go.id/hukor/0/0/707>.
- Restiwijaya M., Arianto F., Hendrini A.R. et al. (2019). New development of double dielectric barrier discharge (DBD) plasma reactor for medical. *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1170 (2019) 012020.
- Sakudo A., Yagyu Y., & Onodera T. (2019). Disinfection and sterilization using plasma technology: fundamentals and future perspectives for biological applications. *Int J Mol Sci.*, 20(20), 5216.
- Schentag JJ., Akers C., Campagna P., & Chirayath P. SARS: Clearing the air. Retrieved April 20, 2021 from <http://www.nap.edu/catalog/10915.html>.
- Wibisono G. Boedi RM. Nelis S. (2021). Efek antibakteri gas ozon terhadap mikroba saliva: penelitian pendahuluan secara in vitro. Seminar SBDE 2.1. Retrieved April 24, 2021 from <https://dentisia.id/seminar/event/sabilulungan-dental-edpo-2-1/>