

Plasma *Non-Thermal* Sebagai Pensteril Masker untuk Inaktivasi Virus Corona (COVID-19)

Fadil Abdullah^(1,2) dan Valentinus Galih Vidia Putra⁽²⁾

⁽¹⁾Teknik Industri,Fakultas Rekayasa Industri,Universitas Telkom,Bandung,Indonesia, 40257

⁽²⁾ Kelompok Keilmuan Dasar dan Terapan Plasma Tekstil, Teknik Tekstil, Politeknik STTT BandungBandung,Indonesia, 40272

Email korespondensi: galih_vidia@yahoo.com

Diterima (27 Januari 2022), Direvisi (28 April 2022)

Abstract. *In this study, we use a non-thermal plasma generator to sterilize textile materials, particularly mask personal protective equipment, in order to inactivate viruses adhered to the mask material. The non-thermal plasma corona discharge method is used in the ozone generator design, which employs a high voltage generator with an output voltage of 30,000 V. The sterilization procedure was carried out with sterilization times varying between 10 and 20 minutes and an active electrode height of 3 cm. The cycle threshold contained in the nucleic acid RNA of the COVID19 virus before and after sterilization was determined using CT-RTPCR tests. The changes in CT values obtained after sterilization for the 20-cycle cut-off values (CT) for the N gene were 37.07 and 35.67, respectively. There was no evidence that the virus was harmful based on the sterilization test results. According to these findings, the increase in CT number is proportional to the sterilization time for the COVID19 virus's RNA content to decrease. To determine the effect of the sterilization process on the hydrophilic properties of the Masks, we used Fourier transform infrared (FTIR) tests. According to the study's findings, non-thermal plasma can sterilize coronavirus masks. We conclude that the plasma process can be used to sterilize coronavirus masks. The novelty of this research is that we have succeeded in designing a textile fabric sterilizer based on corona glow plasma technology. The application of our scientific research is that this plasma technology in the future will be very useful in the medical field, especially in medical textiles*

Keywords: Sterilization, n mask, non-thermal plasma, ozone, COVID 19.

Abstrak. Dalam penelitian ini, generator plasma non-termal digunakan untuk mensterilkan bahan tekstil, terutama alat pelindung diri masker, untuk menonaktifkan virus yang menempel pada bahan masker. Metode pelepasan korona plasma non-termal digunakan dalam desain generator ozon, yang menggunakan generator tegangan tinggi dengan tegangan output 30.000 V. Prosedur sterilisasi dilakukan dengan waktu sterilisasi bervariasi antara 10 dan 20 menit dan ketinggian elektroda aktif dari 3 cm. Ambang siklus yang terkandung dalam RNA asam nukleat virus COVID19 sebelum dan sesudah sterilisasi ditentukan menggunakan tes CT-RTPCR. Perubahan nilai CT yang diperoleh setelah sterilisasi untuk 20-siklus cut-off values (CT) untuk gen N masing-masing adalah 37,07 dan 35,67. Tidak ada bukti bahwa virus itu berbahaya berdasarkan hasil tes sterilisasi. Menurut temuan ini, peningkatan jumlah CT sebanding dengan waktu sterilisasi untuk penurunan konten RNA virus COVID19. Untuk mengetahui pengaruh proses sterilisasi terhadap sifat hidrofilik dari Maks, kami menggunakan uji Fourier transform infrared (FTIR). Menurut temuan penelitian, plasma non-termal dapat mensterilkan masker virus corona. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa proses plasma dapat digunakan untuk mensterilkan masker coronavirus. Kebaruan dari penelitian ini adalah kami telah berhasil merancang alat sterilisasi kain tekstil berbasis teknologi plasma cahaya korona. Penerapan penelitian ilmiah ini adalah bahwa teknologi plasma di masa depan akan bermanfaat di bidang medis, terutama di bidang tekstil medis

Kata kunci: Sterilisasi, masker, plasma *non thermal*, ozon, COVID 19.

PENDAHULUAN

Organisasi kesehatan dunia (WHO) pertama kali menerima pemberitahuan tentang kluster pneumonia dengan etiologi yang belum diketahui di Wuhan, Republik Rakyat Tiongkok, pada tanggal 31 Desember 2019. Penyebaran virus COVID-19 semakin luas dan cepat menginfeksi manusia hampir di seluruh belahan bumi hingga ditetapkan sebagai pandemi di dunia [1]. Seseorang yang berkontak langsung dengan penderita COVID-19 dan dekat dengan pasien tersebut merupakan orang yang memiliki resiko tinggi terinfeksi. Infeksi COVID-19 yang memiliki rata-rata masa inkubasi lima hingga enam hari dengan masa terpanjang 14 hari [2]. Pemeriksaan molekular dengan metoda RT-PCR menginduksi 2 dari 4 gen spesifik COVID-19 yaitu ORF,E, RdRP, dan gen N. [3]. Penelitian tentang infektivitas SARS-CoV2 pada pasien berdasarkan pemeriksaan mikrobiologi membandingkan antara kultur virus dan *real time* RT-PCR yang ditandai dengan pasien tidak terinfeksi lagi pada hasil *real time* PCR dengan nilai CT lebih dari 24 dengan jumlah hari dari munculnya gejala hingga pengambilan sampel selama 8 hari. Dalam sebuah studi pada tenaga kesehatan didapatkan suatu laporan bahwa pada hari ke 29 sejak hasil PCR positif, dengan nilai CT 38 maka dapat dinyatakan bahwa virus sudah tidak dapat menular lagi [4]. Berdasarkan hasil kajian, tinggi rendahnya nilai CT bergantung pada teknis pengerjaan pengambilan sampel, jumlah RNA di dalam sampel, dan metoda pengambilan sampel serta metoda ekstraksi RNA yang digunakan [5]. Material tekstil khususnya masker mempunyai resiko kontaminan yang tinggi terhadap penyebaran virus COVID-19. Masker sebagai alat pelindung diri berfungsi sebagai media pencegah penularan virus lewat droplet sehingga masker harus memiliki filterisasi yang

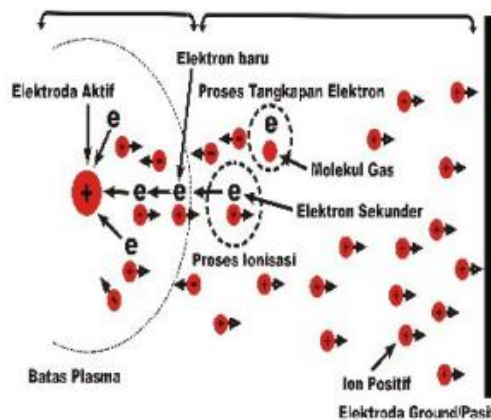
cukup baik yaitu dapat menyaring panthogen luar yang berukuran kurang dari 100 nm [6]. Beberapa peneliti menyatakan bahwa masker mempunyai beberapa potensi resiko dalam penyebaran virus COVID-19. Dengan potensi resiko yang paling tinggi adalah ketika seseorang melepas dan memasang kembali masker dengan sembarangan di tempat umum. Resiko ini dapat menyebabkan potensi penyebaran virus COVID-19 semakin cepat. Dampak resiko yang muncul adalah pengguna bisa terkena penularan COVID-19 lewat droplet, sentuhan, dan media lainnya [7].

Dalam sebuah penelitian diungkapkan bahwa masker bedah yang digunakan sekali pakai masih memungkinkan terjadi kebocoran pada filterisasi masker, sedangkan masker kain tidak bisa memberikan perlindungan sama sekali terhadap aerosol [8]. Bagian luar masker dikhawatirkan terdapat sekumpulan jenis panthogen yang mengakibatkan filter masker sudah tidak dapat menahan laju panthogen yang semakin banyak dengan penggunaan masker yang terlalu lama. Sterilisasi masker perlu dilakukan untuk membunuh seluruh panthogen yang menumpuk sehingga filter dapat berfungsi dengan maksimal. *World health organization* (WHO) telah mengeluarkan protokol untuk membersihkan masker pemakaian berulang yaitu dengan cara mencuci masker menggunakan detergen dan air panas serta mengeringkan masker yang telah dicuci dengan baik [9]. Kelemahan sterilisasi yang dilakukan dengan cara dicuci adalah metode ini tidak dapat diaplikasikan untuk seluruh jenis masker. Perubahan dimensi setelah dicuci menjadi suatu hal yang dipertimbangkan dalam melakukan proses sterilisasi pada masker kain. Masker bedah sekali pakai tidak dapat disterilisasi menggunakan pencucian, karena dapat merusak lapisan penyusun masker sehingga filterisasi

masker tidak dapat bekerja secara maksimal. Masker bedah sekali pakai berpotensi menyebabkan limbah masker semakin banyak. Pembuangan masker yang tidak dipisah dengan bahan lainya beresiko menjadi penyebab penularan virus. Sterilisasi yang efektif dan dapat digunakan pada berbagai jenis masker sangat diperlukan saat ini. Sehubungan dengan hal tersebut, Sofiana dan Wahyuni menyatakan bahwa proses sterilisasi ozon dianggap paling efisien untuk menghambat pertumbuhan bakteri, virus dan spora [10]. Peneliti lain, seperti Sri menyatakan bahwa Salah satu penggunaan ozon untuk sterilisasi mikroba dalam pemanfaatan air minum dengan konsentrasi ozon 0.3 ppm atau lebih telah dapat membuat air minum layak untuk dikonsumsi, semakin besar konsentrasi ozon maka mikroba yang terinaktivasi semakin banyak [11]. Ozon (O_3) merupakan gas tri atomik, sebuah allotropi oksigen yang dapat terbentuk akibat rekombinasi diantara atom-atom oksigen. ($O + O_2 + M \rightarrow O_3 + M$) Molekul oksigen, N, atau partikel lain yang ada dalam atmosfer. Partikel-partikel tersebut berfungsi untuk menyerap energi yang dibebaskan pada saat terjadinya reaksi di atas, jika tidak, maka O_3 yang terbentuk akan segera terurai menjadi O_2 dengan cepat dan dapat dikatakan bahwa bahan baku terbentuknya gas ozon ini berasal dari alam bebas yang bereaksi ketika rekombinasi atom-atom oksigen berlangsung [12]. Dalam penelitian lain dinyatakan bahwa ozon dengan konsentrasi 4 ppm memiliki daya antibakteri yang cukup baik dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus Aureus* yaitu semakin lama waktu kontak bakteri dengan ozon, maka semakin besar daya anti bakteri yang dihasilkan [13]. Waluyo dan Saodah menyatakan bahwa ozon dapat dibentuk dengan memanfaatkan generator pembangkit tegangan tinggi dengan besaran daya 3000-30000 volt [14]. Salah satu

generator tegangan tinggi yang dapat dirancang adalah generator plasma yang merupakan generator pembangkit ozon dengan mengubah gas lingkungan menjadi gas yang terionisasi. Plasma merupakan substansi yang mirip dengan gas dengan bagian tertentu dari partikel terionisasi. Adanya pembawa muatan yang cukup banyak membuat plasma bersifat konduktor listrik sehingga bereaksi dengan kuat terhadap medan listrik dan elektromagnet. Oleh karena itu, plasma memiliki sifat-sifat unik yang berbeda dengan padatan, cairan maupun gas dan dianggap merupakan wujud zat yang berbeda. Mirip dengan gas, plasma tidak memiliki bentuk atau volume yang tetap kecuali jika terdapat dalam wadah, tetapi berbeda dengan gas, plasma membentuk struktur seperti filamen, pancaran dan lapisan-lapisan jika dipengaruhi medan elektromagnetik. Dalam setiap atom gas terionisasi, seperti pada **Gambar 1** berisi sejumlah muatan positif dan negatif. Suatu gas menjadi spesies plasma ketika penambahan panas atau energi dapat menyebabkan sejumlah besar atom untuk melepaskan beberapa atau semua elektron sehingga terbentuklah gas yang terionisasi [15-18]. Gas-gas yang telah ditinggalkan oleh elektron ataupun menerima elektron dinamakan proses ionisasi dan rekombinasi. Pada proses rekombinasi ini muncul suatu gelombang elektromagnetik, yang pada umumnya adalah sinar UV. Plasma terjadi ketika terbentuk campuran kuasinetral dari elektron, radikal, ion positif dan ion negatif [16]. Kondisi kuasinetral merupakan daerah dimana terdapat kerapatan ion (n_i) yang hampir sama dengan kerapatan elektron (n_e) sehingga dapat dikatakan $n_i \approx n_e \approx n$, dengan n menyatakan kerapatan secara umum yang disebut kerapatan plasma [17]. Penerapan gelombang elektromagnetik Dan fisika gelombang seperti sinar ultraviolet dan gelombang plasma di bidang medis

telah banyak diteliti oleh banyak fisikawan [18-27].



Gambar 1 Proses gas yang terionisasi [18].

Beberapa peneliti [19, 24-27] menyatakan bahwa energy yang dibutuhkan untuk pembangkitan plasma harus tercukupi untuk menghasilkan gas yang terionisasi dan pada umumnya besar tegangan listrik yang digunakan untuk mengionisasi gas lingkungan memiliki orde kilovolt. Beberapa jenis plasma non *thermal* dapat dimanfaatkan sebagai generator pembangkit ozon khususnya plasma dengan lucutan pijar korona. Korona merupakan proses pembangkitan arus di dalam fluida netral diantara dua elektroda bertegangan tinggi dengan mengionisasi fluida sehingga membentuk plasma di sekitar salah satu elektroda dan menggunakan ion yang dihasilkan dalam proses tersebut sebagai pembawa muatan menuju elektroda lainnya [18-27]. **Gambar 2** menampilkan Skema rangkaian elektroda pada plasma lucutan pijar korona.

METODE PENELITIAN

Pada Penelitian ini dilakukan pengujian sterilisasi virus melalui penghitungan nilai *cycle treshold* RNA virus COVID-19 dengan alat CT RT-PCR yang dilakukan di UPTD Laboratorium dinas kesehatan, Pemerintah Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, Indonesia. Pengujian Fourier

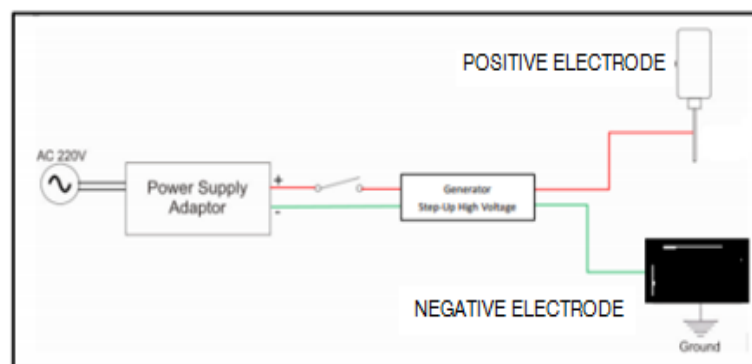
transform infrared (FT-IR) spectrometer dilakukan di Laboratorium Magister, Politeknik STTT Bandung, Jawa Barat, Indonesia. Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi yang terkandung pada sampel setelah dilakukan sterilisasi selama 10 menit.

Pada penelitian ini digunakan sampel virus COVID-19 yang diswab pada *cotton bud* dan diletakkan pada masker serta dilakukan di dinas kesehatan Pemerintah Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, Indonesia. Sampel virus COVID-19 yang dioleskan dengan *cotton bud* pada masker digunakan untuk memudahkan proses pengujian pada CT-RT PCR dengan sampel masker 3 lapis dengan merek SPC Masker Medis Earloop, dengan massa 0,3 kg, warna biru dan tiga lapis yang dibeli di pasar tradisional, Jawa Barat, Indonesia. Perencanaan desain pembuatan alat sterilisasi berbasis plasma non thermal menggunakan *software* Sketchup2020 berbasis CAD yang dilakukan di Laboratorium fisika dasar dan mekatronika, Politeknik STTT bandung, Jawa Barat, Indonesia. Desain yang dibuat terdiri dari tiga bagian yang ditampilkan pada **Gambar 3** yaitu (1) bagian elektroda yang berukuran $(10 \times 10 \times 15) \text{ cm}^3$ berfungsi

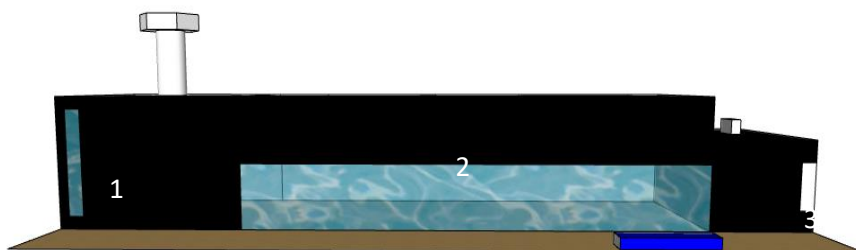
sebagai pembangkit spesies plasma; (2) bagian *chamber* ozon yang berukuran (20 x 10 x 15) cm³ berfungsi sebagai tempat proses sterilisasi berlangsung serta; (3) bagian rangkaian mikrokontroller yang berukuran (10 x 10 x 11) cm³.

Skema percobaan pada sterilisasi virus COVID-19 ditampilkan pada **Gambar 4**. Sampel yang telah diambil kemudian disterilisasi di ruangan *chamber* yang terisi ozon hasil dari pembentukan spesies plasma pada alat sterilisasi selama 10,15 dan 20 menit, setelah sampel disterilisasi kemudian diuji nilai *cycle treshold* dengan alat CT

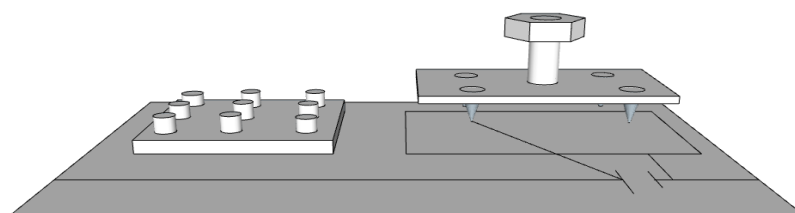
RT-PCR. Pengujian FTIR untuk mengetahui perubahan stuktur gugus fungsi dan nilai bilangan gelombang pada masker yang terpapar ozon hasil pijaran plasma dilakukan pengujian sterilisasi masker tanpa virus COVID-19 selama 10 menit seperti yang ditampilkan pada **Gambar 5**. Masker kemudian dilakukan pengujian FTIR untuk mengetahui perubahan stuktur gugus fungsi serta bilangan gelombang untuk mengetahui perubahan sifat fisika molekul pada material masker.



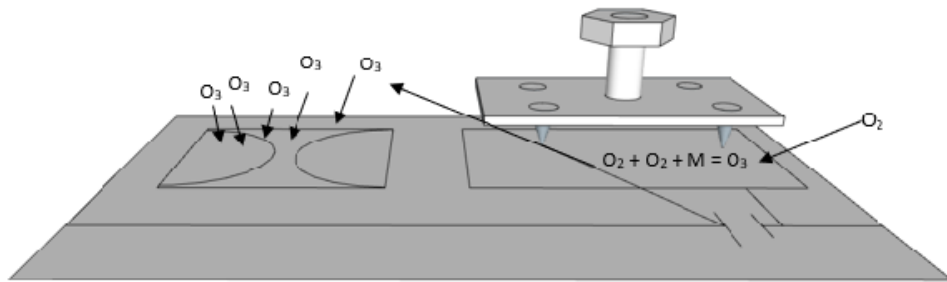
Gambar 2 Skema elektroda plasma pijar koron.



Gambar 3 Desain Alat Sterilisasi Masker Berbasis Plasma *Non Thermal*.



Gambar 4 Skema alat percobaan sterilisasi Virus COVID-19.



Gambar 5 Skema percobaan sterilisasi masker.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pembuatan Alat Sterilisasi

Hasil perancangan alat sterilisasi masker ditampilkan pada **Gambar 6** dan **Gambar 7**. prinsip dasar alat ini menggunakan metode plasma *non thermal* lucutan pijar korona. Generator plasma yang dibuat telah dilengkapi dengan monitoring spesies gas yang terbentuk

seperti O_3 dan NO_2 berbasis *internet of things*. Monitoring otomatis merupakan penyempurnaan genetor plasma yang terlebih dahulu digunakan dalam berbagai penelitian teknologi plasma seperti [19] dan penelitian rancang bangun generator plasma lucutan korona [20]. Alat sterilisasi masker terdiri dari tiga komponen utama. Sebagai pembangkit gas, proses sterilisasi dan monitoring gas plasma.



Gambar 6 Hasil pembuatan alat sterilisasi masker anti virus covid 19 berbasis plasma *non thermal*.



Gambar 6 Sistem monitoring alat sterilisasi masker anti virus covid 19 dengan android pada pensteril masker berbasis plasma *non thermal*.

Alat dirancang dengan tiga bilik utama. (1) merupakan bilik untuk meletakkan masker yang akan disterilisasi. (2) merupakan bilik untuk generator plasma. (3) merupakan bilik sistem monitoring berbasis *internet of things* dan mikrokontroller. Alat sterilisasi otomatis ini selaras dengan berbagai penelitian mengenai pembuatan alat sterilisasi seperti perancangan densifektan (UV-C) dan penelitian mengenai sistem otomatisasi dan sterilisasi COVID 19 [21-22]. Dimana dalam penelitian-penelitian tersebut belum terdapat sistem monitoring pada alat yang dapat menampilkan spesies gas saat proses berlangsung. Penelitian sterilisasi virus menggunakan lampu UV menghasilkan bahwa jumlah angka virus tidak terdapat perbedaan setelah dan sebelum dilakukan sterilisasi [23]. Sementara plasma dingin merupakan metoda inaktivasi lebih unggul dibandingkan dengan UV dan alkohol [24]. Metode plasma non thermal dalam menginaktivasi virus dapat diterapkan pada berbagai tekstur material. Hal ini diungkapkan bahwa plasma non thermal memiliki daya serap yang tidak merusak secara signifikan sifat asal material sehingga efektifitas dalam inaktivasi sangat tinggi [24].

Generator plasma yang digunakan adalah generator plasma positif. Dimana prositas positif dihubungkan dengan elektroda aktif dan porositas negatif dihubungkan dengan ground. Generator plasma dibangkitkan dengan tegangan tinggi DC yang sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mana generator plasma dibangkitkan dengan sumber tegangan tinggi 3kV [19]. Spesies plasma yang terbentuk dari bilik generator plasma menyebar melalui saluran penghubung antara bilik generator plasma dengan bilik sterilisasi masker. Sehingga Ketika proses sterilisasi berlangsung spesies plasma beraksi dengan RNA virus COVID 19 yang terapat pada masker.

Hasil Proses Sterilisasi Virus COVID-19

Pengujian alat untuk sterilisasi virus COVID-19 menggunakan kultur positif COVID-19 yang diswab pada *cotton bud*. Variasi waktu pengujian untuk sterilisasi adalah 10,15 dan 20 menit. Generator plasma diaktifkan dengan tegangan 30 kV dan tinggi elektroda positif 3 cm. Sampel kemudian dilakukan pengujian untuk menghitung angka *cycle tresshold* RNA virus COVID-19 menggunakan alat CT RT-PCR. Pengujian ini untuk mengetahui kandungan asam nukleat pada RNA virus COVID-19 dengan target spesifik RNA yaitu GEN N dan ORF. Nilai CT secara proposional berbanding terbalik dengan target asam nukleat yang terkandung dalam RNA genetik COVID-19 sehingga apabila nilai CT tinggi asam nukleat yang terkandung pada RNA virus akan berkurang [4].

Pemeriksaan *real time* PCR dinyatakan positif bila terdapat akumulasi sinyal fluoresens. Nilai CT adalah jumlah siklus yang dibutuhkan sampai sinyal fluoresens melawati ambang (*threshold*) nilai CT dinyatakan berbanding terbaik dengan jumlah target asam nukleat di dalam sampel [4]. **Tabel 1** menampilkan angka CT virus yang telah disterilisasi dengan nilai kontrol adalah nilai CT awal tanpa sterilisasi. Berdasarkan tabel nilai angka CT berbanding lurus dengan lamanya waktu sterilisasi. Angka CT berbanding terbalik secara proposioal dengan target asam nukleat yang terkandung pada RNA virus COVID-19 [4].

Berdasarkan informasi yang didapat dari **Tabel 1** terkait peningkatan angka CT setiap variasi waktu maka asam nukleat yang terkandung pada virus semakin berkurang dan virus secara perlahan dilemahkan. Angka CT konsisten naik setiap variasi waktu sterilisasi semakin lama. Namun untuk mendapatkan virus

COVID-19 yang telah dinyatakan negatif dibutuhkan angka CT bernilai lebih dari 40 yangmana lama waktu proses sterilisasi harus ditambahkan. Nilai kontrol atau nilai tanpa perlakuan sterilisasi adalah nilai CT mula-mula. Hasil penelitian ini selaras dengan pendapat beberapa peneliti seperti Putra dan Wijayono [25], Murti dan Putra [26] yang menyatakan bahwa sterilisasi

dengan teknologi plasma dapat dilakukan dengan memanfaatkan spesies-spesies plasma yang terdiri dari, ozon, spesies oksigen reaktif (reactive oxygen species /ROS) untuk merusak DNA, RNA dan protein bakteri ataupun virus yang mengakibatkan kematian suatu sel bakteri atau virus.

Tabel 1 Nilai cycle (CT) RNA GEN N dan ORF Virus COVID-19.

Sampel	Chamber (X _i)		Waktu Sterilisasi
	Gen N	ORF	
kontrol	32.96	31.82	-
1	34.87	33.66	10 menit
2	34.59	33.96	10 menit
3	35.62	34.48	15 menit
4	35.46	34.14	15 menit
5	36.74	35.68	20 menit
6	37.07	35.67	20 menit

Hasil Pengujian FTIR

Pengujian FTIR ini dikhususkan untuk melihat pengaruh sterilisasi pada perubahan stuktur penyusun masker yaitu penambahan atau pengurangan gugus fungsi dan bilangan gelombang. Khususnya pada penambahan gugus fungsi dihidroksil yang menyebabkan sifat hidrofilik pada material. Dalam kasus ini penambahan sifat hidrofilik pada material masker tidak diinginkan terjadi, sehingga masker tetap melindungi pengguna dari droplet baik dari dalam maupun luar masker.

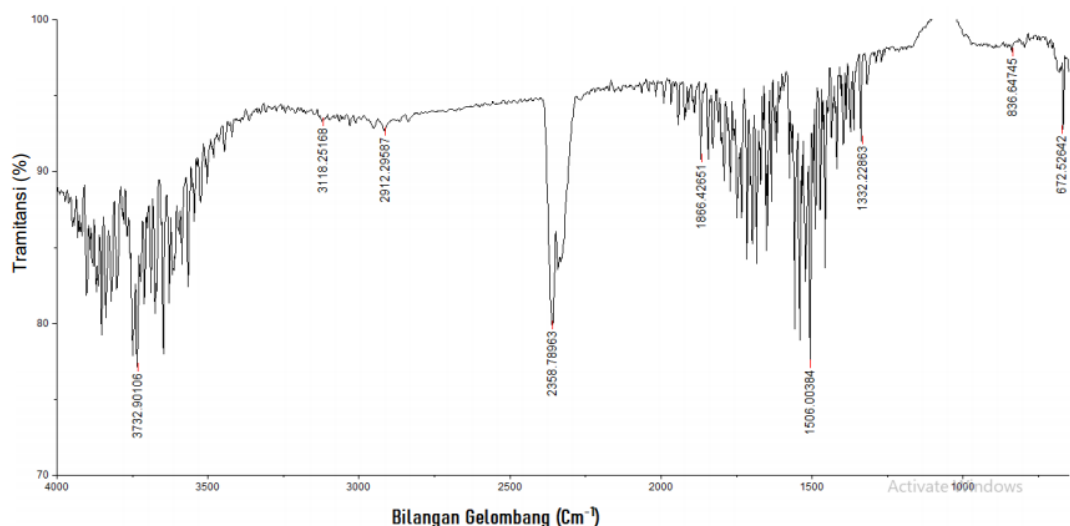
Sifat hidrofilik adalah sifat yang mudah menyerap air. **Gambar 8** dan **gambar 9** menampilkan grafik FTIR

masker kontrol dan masker hasil proses sterilisasi dengan bilangan gelombang (cm^{-1}) sebagai fungsi x dan transmitansi (%) sebagai fungsi y. Pengujian FTIR pada sampel masker yang dilakukan sterilisasi memperlihatkan tidak ditemukannya gugus fungsi hidroksil yang dapat menyebabkan suatu material memiliki sifat hidrofilik yang membuktikan bahwa proses sterilisasi ozon dengan paparan plasma tidak langsung terjadi pada kain tekstil (masker) atau tidak akan merubah sifat fisika pada material masker. Berdasarkan hasil kajian ini didapatkan suatu hasil bahwa ozon yang dihasilkan dari plasma pijar korona tidak merubah struktur molekul dan sifat fisik kain masker yang diletakkan pada *chamber*. Beberapa peneliti [25-26] menyatakan bahwa suatu polimer tekstil yang dikenai

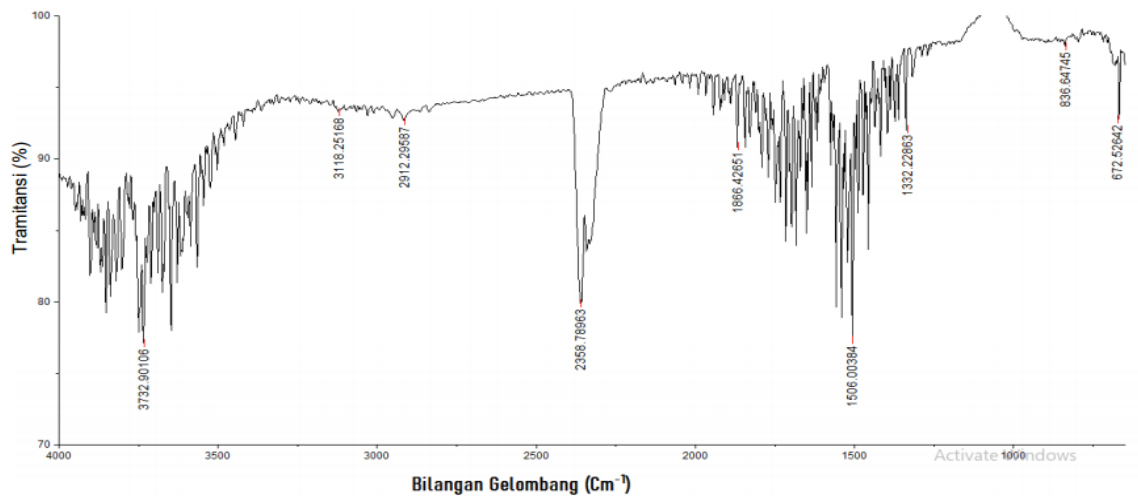
paparan plasma secara langsung akan mengakibatkan perubahan struktur molekul dan sifat fisik polimer tersebut yang dapat divalidasi melalui uji FTIR. Hasil penelitian dan kajian dari beberapa literatur [26-27] memberikan suatu kajian baru bahwa paparan plasma pijar korona yang diberikan langsung ke material polimer tekstil memiliki potensi untuk mengubah struktur permukaan dan struktur kimia, sedangkan paparan tidak langsung tidak berpotensi untuk mengubah struktur kimia material polimer tekstil. Sifat hidrofilik sendiri memiliki bilangan gelombang pada daerah frekuensi $3200-3600\text{ cm}^{-1}$. Murti dan Putra [26] menyatakan bahwa ketika suatu material yang dipapari plasma secara langsung maka akan terdapat modifikasi sifat hidrofilik pada material tersebut sehingga lebih mudah menyerap air.

Pada penelitian ini masker tidak dipaparkan langsung dengan plasma pijar korona agar masker tetap pada fungsinya

yaitu mencegah penularan virus lewat droplet dan melakukan filterisasi dengan maksimal untuk mencegah pathogen-pathogen luar yang akan menginfeksi sehingga modifikasi sifat hidrofilik dengan penambahan gugus fungsi hidroksil tidak terjadi. Hasil uji FTIR menunjukkan bahwa material penyusun masker tanpa proses sterilisasi dan dengan sterilisasi dengan ozon memperlihatkan hasil yang sama. Dan tidak terdapat perubahan struktur fisika pada masker. Hasil ini tentu menunjukkan bahwa kebaruan alat sterilisasi masker berbasis paparan ozon dari plasma pijar korona ini mampu mengurangi jumlah virus COVID-19 namun paparan ozon tersebut tidak merubah sifat struktur kimia dan fisika masker.



Gambar 8 Hasil FTIR Sampel Tanpa Perlakuan



Gambar 9 Grafik uji FTIR sampel masker setelah sterilisasi 10 menit

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai alat sterilisasi masker anti virus corona COVID-19 didapatkan hasil sebagai berikut : (1) Pembuatan alat ini menggunakan metode plasma *non thermal* lucutan pijar korona positif dengan *high voltage* DC sebesar 30 kV; (2) Pembuatan alat sterilisasi masker anti virus COVID 19 menggunakan metode plasma pijar korona dan menggunakan prinsip kelistrikan tegangan tinggi DC telah berhasil dibuat. Alat sterilisasi masker anti virus COVID-19 dirancang menggunakan bahan yang mudah namun memiliki kualitas yang bagus dan dapat bekerja dengan cukup maksimal; (3) Hasil pengujian alat sterilisasi masker ini telah berhasil meningkatkan angka CT dengan nilai kontrol awal sebesar 32,96 sehingga menjadi 37,07 setelah dilakukan sterilisasi untuk gen N sementara untuk ORF dengan nilai kontrol 31,82 menjadi 35,67 setelah dilakukan sterilisasi selama 20 menit. Hasil sterilisasi ini berhasil menginaktivasi virus COVID-19 walaupun belum dapat

dinyatakan negatif dengan variasi waktu sterilisasi 10,15 dan 20 menit. Kebaruan dari penelitian ini adalah kami telah berhasil merancang alat sterilisasi kain tekstil berbasis teknologi plasma cahaya korona. Penerapan penelitian ilmiah kami adalah bahwa teknologi plasma ini di masa depan akan bermanfaat di bidang medis, terutama di bidang tekstil medis

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih Kepada pihak-pihak yang mendukung penelitian ini khususnya kepada UPTD Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Indramayu Atas kesempatan melakukan penelitian pada lab molekular di laboratorium kesehatan daerah kabupaten indramayu dan Laboatorium Fisika Politeknik STTT Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] WHO, “Tes diagnostik untuk SARS-CoV-2,” *Pandu. Interim*, no. September, pp. 1–19, 2020.

- [2] S. Alif Firman Firdausy, Arie Zainul Fatoni, Avin Ainur Fitrianingsih, Bambang Seswanto, Choirun Nissa, *COVIDpedia*, 1st ed. Malang: Media Nusa Kreatif, 2021. [Online]. Available: <https://fkik.uin-malang.ac.id/wp-content/uploads/2021/02/COVIDpedia-fulltext.pdf>
- [3] M. Touma, "COVID-19: molecular diagnostics overview," *J. Mol. Med.*, vol. 98, no. 7, pp. 947–954, 2020, doi: 10.1007/s00109-020-01931-w.
- [4] PAMKI, "Arti Klinis Nilai CT." PAMKI, Jakarta, pp. 1–4, 2020. [Online]. Available: <https://pamki.or.id/wp-content/uploads/2020/08/Arti-Klinis-Nilai-Ct.pdf>
- [5] J. Bullard *et al.*, "Predicting infectious severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 from diagnostic samples," *Clin. Infect. Dis.*, vol. 71, no. 10, pp. 2663–2666, 2020, doi: 10.1093/cid/ciaa638.
- [6] D. R. U. Starikovskiy, "Medical Mask With Plasma Sterilizing Layer," *arXiv*, vol. 2004, no. x, pp. 3–7, 2020.
- [7] Y. Theopilus, T. Yogasara, C. Theresia, and J. R. Octavia, "Analisis Risiko Produk Alat Pelindung Diri (APD) Pencegah Penularan COVID-19 untuk Pekerja Informal di Indonesia," *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 9, no. 2, pp. 115–134, 2020, doi: 10.26593/jrsi.v9i2.4002.115-134.
- [8] J. T. Atmojo *et al.*, "The Use of Masks in the Prevention and Management of COVID-19: Rationality, Effectiveness and Current Issues," *J. Heal. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 84–95, 2020.
- [9] W. World Health Organization, "Anjuran mengenai penggunaan masker dalam konteks COVID-19," *World Heal. Organ.*, no. April, pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: https://www.who.int/docs/default-source/searo/indonesia/COVID19/an-juran-mengenai-penggunaan-masker-dalam-konteks-COVID-19-june-20.pdf?sfvrsn=d1327a85_2
- [10] L. Sofiana and D. Wahyuni, "Pengaruh Sterilisasi Ozon Terhadap Penurunan Angka Kuman Udara Di Ruang Rawat Inap Di Rumah Sakit Umum PKU Muhammadiyah Bantul 2014," vol. 9, no. 1, pp. 19–24, 2015.
- [11] R. Agustini Sri, "Pengaruh konsentrasi ozon terhadap cemaran mikroba pada air minum dalam kemasan," *J. Din. Penelit. Ind.*, vol. 22, no. 1, pp. 44–51, 2011.
- [12] T. R. Isyuniarto, Widdi Usada, Suryadi, Agus Purwadi, Mintolo, "Identifikasi Ozon dan Aplikasinya Sebagai Densifektan," *Ganendra*, vol. V, no. 1, pp. 15–22, 2015.
- [13] D. Kristanti yulita, "Pengaruh Ozonated Water Sebagai Antiseptik Dalam Menghambat Proliferasi Staphylococcus Aureus (in vitro)," *Maj Ked G*, vol. 19, no. 1, pp. 25–28, 2012.
- [14] D. A. P. Waluyo and S. Saodah, "Perancangan dan Realisasi Generator Ozon menggunakan Metoda Pembangkitan Tegangan Tinggi Bolak – Balik (AC)," *J. Elkomika*, vol. 3, no. 1, pp. 38–51, 2015.
- [15] R. Rachmat, W. Wicaksono, H. Maulana, R. Efandi, and A. Jabbar, "Penetrasi Zat Asap Pembakaran Sampah Berbasis Nano Pulsed Plasma 'Petir Buatan,'" in *Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional*

- Program Kreativitas Mahasiswa - Penelitian* 2013, Jakarta: Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi, 2013. [Online]. Available: <https://www.neliti.com/id/publications/171171/penetralkan-zat-asap-pembakaran-sampah-berbasis-nano-pulsed-plasma-petir-buatan#cite>
- [16] C. Tseng, "The application of Pulsed Corona Discharge Technology in Flue Gas Desulfurization and Denitrification," 1999.
- [17] F. Francis, *Introduction to Plasma Physics*, 1st ed. Boston: Plenum Press, 1974.
- [18] J. Chen and J. H. Davidson, "Electron Density and Energy Distributions in the Positive DC Corona: Interpretation for Corona-Enhanced Chemical Reactions," *Plasma Chem. Plasma Process.*, vol. 22, no. 2, pp. 199–224, 2002.
- [19] V. G. V. Putra, A. D. Fitri, I. Purnama, and J. N. Mohamad, "Removed: Prototipe Pakaian Anti Radiasi Unisex Sportswear Smartphone Dengan Paparan Radiasi Plasma Pijar Korona Elektroda Tip-Silinder," *J. Kumparan Fis.*, vol. 3, no. 1, pp. 19–24, 2020, doi: 10.33369/jkf.3.1.19-24.
- [20] P. Triadyaksa, J. Wasiq, and M. Nur, "Rancang Bangun dan Pengujian Sistem Reaktor Plasma Lucutan Pijar Korona Guna Mempercepat Pertumbuhan Tanaman Mangrove," *Berk. Fis.*, vol. 10, no. 3, pp. 137–144–144, 2007.
- [21] Reza Satria Rinaldi and Ika Novia Anggraini, "Perancangan Sistem Disinfektan UV-C Sterilisasi Paket sebagai Pencegahan Penyebaran COVID-19," *J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 57–62, 2021, doi: 10.22146/jnteti.v10i1.888.
- [22] A. Ulinuha and M. 'Alim Alfaridzi, "Desain dan Implementasi Gerbang Deteksi Temperatur dan Sterilisasi Tangan untuk Pencegahan COVID-19," *J. Tek. Elektro*, vol. 21, no. 2, pp. 118–125, 2021, doi: 10.53017/uje.9.
- [23] R. A. Waluyo and T. Cahyono, "Efektifitas Sterilisasi Menggunakan Ultraviolet (Uv) Pada Ruang Perawatan Di Rumah Sakit Umum Daerah Banyumas Tahun 2016," *Bul. Keslingmas*, vol. 36, no. 3, pp. 179–194, 2017, doi: 10.31983/keslingmas.v36i3.2976.
- [24] Z. Chen, G. Garcia, V. Arumugaswami, and R. E. Wirz, "Cold atmospheric plasma for SARS-CoV-2 inactivation," *Phys. Fluids*, vol. 32, no. 11, pp. 1–14, 2020, doi: 10.1063/5.0031332.
- [25] V. G. V. Putra, A. Wijayono, and J. N. Mohamad, "Efek Modifikasi Plasma Untuk Meningkatkan Sifat Tahan Api Dari Kain Katunfect of Plasma Modification for Improving Fire Retardant Properties of Cotton Fabric," *J. Din. Penelit. Ind.*, vol. 31, no. 1, p. 59, 2020, doi: 10.28959/jdpi.v31i1.5878.
- [26] W. Murti and V. G. V. Putra, "Studi Pengaruh Perlakuan Plasma Terhadap Sifat Material Antibakteri Kain Kassa Menggunakan Minyak Atsiri (Zingiber Officinale Rosc)," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 8, no. 1, pp. 69–76, 2020, doi: 10.23960/jtaf.v8i1.2432.
- [27] V. G. Putra and A. Wijayono, "A preliminary study of wetting properties on 100% polyester fabric using corona discharge plasma, (in: Suatu Studi Awal Modifikasi Sifat

Pembasahan Pada Permukaan
Kain Tekstil Poliester 100%
Menggunakan Teknologi Plasma
Pijar Korona),” in *Prosiding Seminar
Nasional Fisika*, 2019, pp. 15–20.

