

STERILISASI MENGGUNAKAN OVEN: SEBUAH KAJIAN LITERATUR

Vina Aprilia¹, Nabyla Qutrun Nada², Nadiya Kamilia³, Ria Lestari Herawati⁴,
Faizal Agustino⁵, Rosa Virginia Tuda Kou⁶, Dewi Rahmawati^{7*}, Dzakiya
Zhihrotulwida⁸, Fithrul Mubarak⁹

¹⁻⁹ Universitas Anwar Medika

*Dewi.rahma@gmail.com

Abstract

Sterilization is an important process for eliminating microorganisms from instruments and objects, with the dry heat sterilization method using an oven being one of the most common. This method is effective in maintaining the quality of instruments and preventing infections in healthcare services. This study aims to analyze the effectiveness of dry heat sterilization and determine the optimal parameters (temperature and duration) that affect the physical quality of alginate gel and medical instruments. The method used is a review article based on 12 related articles. The analysis focused on temperatures (ranging from 130°C to 180°C) and durations (from 30 to 150 minutes) and their impact on the physical properties of alginate gel and the effectiveness of sterilizing medical instruments. The results indicate that the temperature and duration of sterilization significantly affect the physical properties of alginate gel. A temperature of 130°C for 120 minutes is optimal for alginate gel, while 100°C for 30 minutes is effective for decontaminating N95 respirators. This method is also recommended for calcium carbonate and tissue culture instruments.

Keywords: Dry Heat Sterilization, Oven, Temperature

Abstrak

Sterilisasi adalah proses penting untuk menghilangkan mikroorganisme dari alat dan benda, dengan metode sterilisasi panas kering menggunakan oven sebagai salah satu yang umum. Metode ini efektif untuk menjaga kualitas alat, mencegah infeksi dalam pelayanan Kesehatan. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas sterilisasi panas kering dan menentukan parameter optimal (suhu dan durasi) yang mempengaruhi kualitas fisik gel alginat dan alat kesehatan. Metode yang digunakan adalah artikel review dari 12 artikel terkait. Analisis dilakukan terhadap suhu (130°C hingga 180°C) dan durasi (30 hingga 150 menit) serta dampaknya pada sifat fisik gel alginat dan efektivitas sterilisasi alat kesehatan. Hasil menunjukkan bahwa suhu dan durasi sterilisasi berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik gel alginat. Suhu 130°C selama 120 menit optimal untuk gel alginat, sedangkan 100°C selama 30 menit efektif untuk mendekontaminasi respirator N95. Metode ini juga lebih disarankan untuk kalsium karbonat dan alat kultur jaringan.

Kata kunci: Sterilisasi Panas Kering, Oven, Suhu

Pendahuluan

Sterilisasi adalah proses penting untuk menghilangkan semua bentuk mikroorganisme, termasuk bakteri, virus, dan spora, dari suatu benda atau alat. Salah satu metode sterilisasi yang umum digunakan di laboratorium dan fasilitas medis adalah sterilisasi dengan oven, yang sering disebut sterilisasi panas kering. Sterilisasi dapat digunakan dengan tiga cara yaitu sterilisasi udara kering, sterilisasi uap air panas, dan sterilisasi uap air panas bertekanan. Sterilisasi dengan udara kering biasanya menggunakan oven (Astuty & Angkejaya, 2022). Metode ini memanfaatkan suhu tinggi dalam waktu tertentu untuk membunuh mikroorganisme pada permukaan alat-alat yang tahan panas, seperti instrumen bedah dari logam, gelas laboratorium, dan bahan lainnya yang tidak mudah rusak oleh panas.

Sterilisasi menurut (Agustiningtyas, n.d.) merupakan bagian integral dari pelayanan kesehatan dan pengendalian infeksi di rumah sakit. Sterilisasi dalam pengertian medis merupakan proses dengan metode tertentu dapat memberikan hasil akhir yaitu, suatu bentuk keadaan yang tidak dapat ditunjukkan lagi adanya mikroorganisme. Metode sterilisasi cukup banyak, namun apapun pilihan metodenya hendaknya tetap menjaga kualitas hasil sterilisasi. Sterilisasi dan desinfeksi yang bertujuan untuk menghancurkan semua bentuk kehidupan mikroba, spora dan bakteri patogen yang mungkin ada pada peralatan medis yang dipakai sehingga tercipta kondisi steril, untuk mencegah terjadinya infeksi, dan menurunkan angka kejadian infeksi.

Semua alat kesehatan yang kontak langsung dengan pasien dapat menjadi sumber infeksi, oleh karena itu persediaan dari barang steril cukup memainkan peran penting dalam mengurangi penyebaran penyakit dalam pelayanan kesehatan. Prinsip kerja sterilisasi oven didasarkan pada penggunaan udara panas yang dipanaskan hingga mencapai suhu antara 160°C hingga 180°C. Proses ini biasanya berlangsung selama 1 hingga 2 jam, tergantung pada suhu yang digunakan. Suhu tinggi tersebut menyebabkan denaturasi protein dan oksidasi komponen esensial sel mikroba, yang akhirnya menyebabkan kematian mikroorganisme.

Sterilisasi menurut (Wulandari, Nisa, Taryono, Indarti, & Sayekti, 2022) di bagi menjadi 2 yaitu Metode Sterilisasi Basah dan Metode Sterilisasi Kering. Metode Sterilisasi Basah menggunakan autoklaf yang dioperasikan dengan uap air di bawah tekanan. Metode ini digunakan terutama untuk sterilisasi media, cairan dan peralatan laboratorium. Metode Sterilisasi Kering (Dry Sterilization Method) Oven pengering laboratorium merupakan peralatan yang digunakan dalam sterilisasi kering. Sterilisasi ini membutuhkan waktu paparan yang lebih lama dan suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan sterilisasi dengan menggunakan metode basah. Peralatan yang terbuat dari logam apabila disterilisasi menggunakan metode sterilisasi basah akan menyebabkan peralatan tersebut mudah berkarat dan menjadi tumpul. Pada metode ini digunakan suhu yang sangat tinggi selama beberapa jam dengan tujuan untuk membunuh atau menghilangkan agen yang menjadi penyebab kontaminasi pada kultur jaringan. Oven bekerja menggunakan proses konduksi panas dengan terlebih dahulu memanaskan permukaan bagian luar peralatan, kemudian menyerap panas dan memindahkannya ke bagian tengah

alat tersebut Oven yang digunakan harus memiliki kipas yang terpasang di dalamnya dengan tujuan agar sirkulasi udara panas dapat berjalan dengan baik. Peralatan yang akan disterilisasi dianjurkan agar tidak terlalu banyak sehingga kinerja oven dapat maksimal Metode sterilisasi kering biasanya digunakan pada peralatan laboratorium yang tidak dapat basah dan peralatan yang tidak akan meleleh, terbakar ataupun berubah bentuk jika terkena suhu tinggi. Periode pemanasan oven untuk sterilisasi peralatan laboratorium dilakukan sekitar satu jam hingga suhu sterilisasi yang dibutuhkan telah tercapai. Rekomendasi temperatur dan lamanya waktu oven pengering laboratorium untuk sterilisasi peralatan o laboratorium adalah suhu 160 C dibutuhkan waktu 45 o menit, suhu 170 C dibutuhkan waktu 18 menit, suhu o o 180 C dibutuhkan waktu 7,5 menit, dan suhu 190 C dibutuhkan waktu 1,5 menit.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penulisan penelitian ini adalah dengan menggunakan artikel review untuk mengumpulkan informasi dan data yang relevan terkait sterilisasi dengan oven (Abdurrahmat & Si, 2006; Fitriah, 2018; Judijanto et al., 2024; Purwanza, 2022). Proses peninjauan jurnal-jurnal dalam membuat artikel review ini melibatkan tela’ah pustaka pada artikel-artikel dengan fokus artikel dalam rentang waktu antara 2013 sampai 2024. Pencarian artikel- artikel yang digunakan melibatkan basis akademik dan beberapa mesin penelusuran atau sumber seperti google scholar, scienceDirect, mendeley dan hasil penelitian lainnya dari berbagai referensi dengan menggunakan kata kunci seperti “sterilisasi dengan oven”, “metode sterilisasi dengan oven”. Dari penelusuran pustaka yang telah dilakukan diperoleh 12 artikel terkait sterilisasi dengan oven yang seterusnya dilakukan telaah isi dari pustaka-pustaka tersebut diperoleh 5 artikel yang diambil karena sesuai dengan kata kunci yang akan dianalisis terkait metode sterilisasi menggunakan oven.

Hasil Penelitian

NO	JUDUL	HASIL	PUSTAKA
1	Pengaruh Suhu Dan Durasi Sterilisasi Metode Panas Kering Terhadap Viskositas Dan Daya Sebar Basis Gel Alginat	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa suhu dan durasi sterilisasi mempengaruhi organoleptis, viskositas dan daya sebar basis gel alginat. Semakin tinggi suhu dan lama durasi sterilisasi akan menyebabkan perubahan warna menjadi lebih gelap, menurunkan viskositas dan meningkatkan daya sebar basis gel alginat, yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai viskositas dan daya sebar secara signifikan. Suhu terendah dan durasi terpendek dengan perubahan penampilan, viskositas, dan daya sebar basis gel alginat	(Ayuning Putri, 2017) https://repository.usd.ac.id/12526/1/3568_publicasi.pdf

		paling rendah adalah sterilisasi pada suhu 130oC selama 120 menit	
2	Dry heat sterilization as a method to recycle N95 respirator masks: The importance of fit	Dalam situasi krisis, seperti pandemi COVID-19, gangguan pada rantai pasokan respirator N95 telah memaksa banyak lembaga untuk mencari alternatif dalam mendekontaminasi dan menggunakan kembali respirator ini. Respirator N95, yang dirancang untuk memberikan perlindungan pernapasan yang tinggi, menjadi salah satu alat pelindung diri (APD) yang paling banyak dibutuhkan. Kekurangan pasokan ini telah mendorong evaluasi berbagai metode dekontaminasi untuk memastikan ketersediaan dan efektivitas respirator yang digunakan kembali. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas inaktivasi SARS-CoV-2 dan pelestarian kinerja respirator N95, dengan perhatian khusus pada kecocokan yang tepat setelah proses dekontaminasi.	(Yuen, Marshilok, Benziger, et al., 2022) https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0257963
3	Perbandingan Proses Sterilisasi Kalsium Karbonat (CaCO3) sebagai Bahan Baku Probiotik Hewan Berdasarkan Jumlah Total Sel Bakteri	penelitian pada perlakuan normal atau tanpa sterilisasi didapatkan hasil total bakteri kalsium karbonat perlakuan sebanyak $< 2,2 \times 10^3$ cfu/mL, pada perlakuan sterilisasi basah menggunakan autoclave jumlah total bakteri sebanyak $< 1,1 \times 10^3$ cfu/mL dan hasil pada perlakuan sterilisasi kering menggunakan oven jumlah total bakteri sebanyak 0 koloni. Metode sterilisasi kering dengan menggunakan oven lebih cocok digunakan pada sterilisasi kalsium karbonat dibandingkan dengan metode sterilisasi basah menggunakan autoclave. Pada uji <i>water content</i> didapatkan hasil yang sama pada ketiga perlakuan kalsium karbonat, ini menunjukkan bahwa metode sterilisasi kering dan basah pada kalsium karbonat tidak berpengaruh terhadap persentase kadar air yang terkandung di dalamnya. Pada uji <i>patogen</i> didapatkan hasil negatif <i>Escherichia coli</i> dan <i>Salmonella sp</i> pada ketiga perlakuan	(Hutapea & Setyowati, 2023) https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/sciencetech/article/download/14164/5657

4	Rancang Bangun Alat Sterilisasi Kesehatan Berbasis Smart Relay Zelio SR2 B121JD	Berdasarkan hasil perancangan diperoleh bahwa sterilisasi alat kesehatan menggunakan metode panas kering berupa oven dengan program smart relay zelio harus mencapai suhu 180°C, dan Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam membunuh mikroorganisme, termasuk bakteri dan spora, sehingga alat kesehatan yang telah disterilkan dapat digunakan dengan aman.	(Saputera, Nurkamalia, Zuraidah, Qamariah, & Hidayatullah, 2018) https://e-prosiding.poli ban.ac.id/index.php/snrt/article/view/167
5	Efisiensi Sterilisasi Alat Bedah Mulut melalui Inovasi Oven dengan Ozon dan Infrared	Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa penggunaan spora bakteri dapat dijadikan sebagai indikator biologis dalam proses sterilisasi alat dan bahan odontektomi, guna memenuhi standar precaution yang ditetapkan. Apabila proses sterilisasi menggunakan oven dengan infra merah dapat mencapai tingkat steril, maka oven tersebut layak direkomendasikan untuk digunakan dalam proses sterilisasi pada tindakan operasi lainnya.	(Meliawaty, 2012) https://www.neliti.com/id/publications/151988/efisiensi-sterilisasi-alat-bedah-mulut-melalui-inovasi-oven-dengan-ozon-dan-infr

Menurut penelitian (Ayuning Putri, Dwiastuti, & Hartati Tuliani, 2017) Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh suhu dan durasi sterilisasi menggunakan metode pemanasan kering terhadap viskositas dan daya sebar gel berbasis alginat. Efektivitas proses sterilisasi dengan pemanasan kering dipengaruhi oleh stabilitas aliran udara panas, transfer panas kepada permukaan objek, serta kandungan kelembaban pada objek tersebut. Alginat merupakan polimer alami yang sering dimanfaatkan dalam formulasi penutup luka berkat sifatnya yang mampu memberikan kelembaban, tidak bersifat toksik, mudah terdegradasi, dan efektif dalam menyerap eksudat lukanya. Namun, untuk digunakan sebagai penutup luka, gel alginat harus dalam keadaan steril agar tidak menyebabkan infeksi tambahan. Salah satu metode sterilisasi yang ekonomis adalah pemanasan dengan suhu kering. Penelitian ini dilakukan dengan cara memvariasikan suhu (antara 130°C hingga 170°C) dan durasi sterilisasi (antara 30 hingga 150 menit), selanjutnya dilakukan analisis terhadap sifat fisik gel, yang meliputi sterilitas, viskositas, daya sebar, dan penampilan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan durasi sterilisasi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap sifat fisik gel alginat. Peningkatan

suhu dan durasi sterilisasi menyebabkan perubahan warna gel menjadi lebih gelap, penurunan viskositas, serta peningkatan daya sebar. Perubahan ini disebabkan oleh pemanasan yang mengakibatkan degradasi polimer alginat melalui proses depolimerisasi, hidrolisis asam dan basa, serta kerusakan struktur “egg box” yang membentuk jalinan tiga dimensi pada alginat. Penurunan viskositas ini menyebabkan pengurangan kekentalan gel, sementara peningkatan daya sebar membuat gel lebih mudah untuk didistribusikan, yang dapat mempengaruhi penerimaan pasien. Sterilisasi pada suhu rendah (130°C) dengan durasi yang lebih singkat (120 menit) menghasilkan perubahan pada sifat fisik gel yang lebih minimal dibandingkan dengan pengaturan suhu dan durasi yang lebih tinggi. Dalam kondisi ini, gel tetap steril tanpa mengalami degradasi yang signifikan, sehingga sifat fisiknya masih memenuhi kriteria untuk diaplikasikan sebagai penutup luka. Penelitian ini menekankan pentingnya pemilihan parameter sterilisasi yang tepat, mengingat keseimbangan antara efektivitas sterilisasi dan kualitas fisik gel sangat krusial untuk memastikan keamanan dan kenyamanan penggunaan sediaan farmasi. Dengan demikian, metode pemanasan kering pada suhu 130°C selama 120 menit dapat diidentifikasi sebagai parameter optimal untuk sterilisasi gel berbasis alginat, mengingat metode ini mampu mencapai tingkat sterilitas yang diinginkan sambil mempertahankan sifat fisik yang baik. Temuan ini memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pengembangan sediaan penutup luka berbasis gel yang steril, efisien, dan dapat diterima oleh pasien.

Menurut penelitian (Yuen, Marshilok, Todd Benziger, et al., 2022) menunjukkan bahwa sterilisasi panas kering pada suhu 100°C selama 30 menit mampu menginaktivasi virus SARS-CoV-2 sepenuhnya, sekaligus mempertahankan integritas struktural dan kesesuaian respirator N95 dengan pengguna, yang diuji melalui analisis kuantitatif fit test menggunakan PortaCount Pro 8048 dan metode karakterisasi material seperti SEM, spektroskopi Raman, dan pengukuran sudut kontak. Perlakuan ini menunjukkan bahwa respirator yang telah disterilkan dengan panas kering tetap mempertahankan kinerja filtrasi yang optimal dan tidak mengalami degradasi material yang signifikan, berbeda dengan perlakuan autoklaf pada 121°C yang menyebabkan kegagalan dalam uji kesesuaian akibat perubahan struktural pada respirator, seperti deformasi fisik dan degradasi material, yang membuat respirator tidak lagi layak untuk digunakan ulang dalam pengaturan klinis. Temuan ini menegaskan bahwa panas kering adalah metode yang lebih aman dan dapat diandalkan untuk mendekontaminasi respirator N95 selama masa krisis, seperti pandemi, di mana persediaan alat pelindung diri terbatas, dibandingkan dengan autoklaf yang memiliki potensi untuk merusak kesesuaian dan efisiensi respirator secara signifikan.

Menurut penelitian (Hutapea & Setyowati, 2023) metode sterilisasi kering menggunakan oven terbukti lebih cocok untuk sterilisasi kalsium karbonat dibandingkan dengan metode sterilisasi basah. Kesesuaian ini didukung oleh sifat kalsium karbonat yang stabil pada suhu tinggi, sehingga metode sterilisasi kering tidak menyebabkan perubahan signifikan pada karakteristik fisik maupun kimianya. Sebaliknya, metode sterilisasi basah yang menggunakan uap air berpotensi meningkatkan kelembapan pada bahan yang dapat memengaruhi

konsistensinya, meskipun pada penelitian ini kadar air kalsium karbonat tetap stabil pada kedua metode. Hal ini dibuktikan oleh uji water content yang menunjukkan bahwa kadar air tetap sama di ketiga perlakuan, sehingga metode sterilisasi tidak memengaruhi higroskopisitas bahan. Selain itu, uji patogen yang dilakukan menunjukkan bahwa kedua metode efektif dalam menghilangkan mikroorganisme patogen seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella sp*, dengan hasil negatif pada ketiga perlakuan, sehingga kalsium karbonat yang telah disterilisasi aman digunakan untuk berbagai keperluan. Meski kedua metode menunjukkan efektivitas yang serupa, sterilisasi kering memiliki keunggulan dalam hal efisiensi proses karena tidak membutuhkan waktu tambahan untuk pengeringan, menjadikannya lebih praktis dan hemat waktu. Dengan demikian, metode sterilisasi kering lebih direkomendasikan untuk sterilisasi kalsium karbonat, terutama dalam skala industri yang membutuhkan proses cepat dan hasil yang konsisten tanpa memengaruhi kualitas bahan. Hasil penelitian ini memberikan panduan penting untuk memastikan proses sterilisasi yang optimal bagi bahan yang memiliki sifat serupa dengan kalsium karbonat.

Menurut penelitian (Saputera, Rif'at, Nurkamalia, Qamariah, & Roy, 2018) Metode sterilisasi alat kesehatan yang digunakan adalah metode panas kering dengan oven otomatis yang berbasis Smart Relay Zelio SR2 B121JD. Sistem ini dirancang untuk memastikan proses sterilisasi yang efisien dan aman sesuai dengan standar kesehatan yang berlaku. Proses sterilisasi dimulai dengan memanaskan oven hingga mencapai suhu 180°C, di mana pemanasan awal memerlukan waktu selama 45 menit untuk mencapai suhu tersebut. Sterilisasi kemudian dilaksanakan selama 15 menit pada suhu yang telah ditentukan, sehingga total waktu yang diperlukan untuk keseluruhan proses adalah 60 menit. Sebelum memulai proses sterilisasi, alat-alat kesehatan dicuci secara menyeluruh dan dibungkus menggunakan aluminium foil untuk mencegah kontaminasi serta kerusakan selama proses sterilisasi. Oven yang digunakan dirancang khusus dilengkapi dengan elemen pemanas, kipas untuk mendistribusikan udara panas, serta sensor suhu LM35AZ yang berfungsi untuk memastikan suhu tetap terkontrol dengan baik. Penggunaan Smart Relay Zelio memungkinkan sistem bekerja secara otomatis dengan pengaturan suhu, waktu, serta alarm yang terintegrasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam membunuh mikroorganisme, termasuk bakteri dan spora, sehingga alat kesehatan yang telah melalui proses sterilisasi dapat digunakan dengan aman.

Menurut penelitian (Meliawaty, 2013) menjelaskan bahwa Sterilisasi menggunakan oven yang dilengkapi dengan ozon dan inframerah pada suhu 125°C selama 15 menit ternyata belum efektif dalam membunuh seluruh spora *Bacillus atrophaeus* sebagai indikator biologis. Seluruh spora baru dapat dihancurkan setelah dilakukan sterilisasi dengan oven dan inframerah sebanyak tiga kali (pada menit ke 30-35), sedangkan jumlah spora akan berkurang jika dipanaskan menggunakan oven dengan ozon. Penurunan jumlah spora semakin signifikan seiring dengan bertambahnya pengulangan perlakuan. Hasil bukti sterilisasi yang dilakukan berdasarkan indikator biologis setelah perlakuan dengan oven+inframerah dan oven+ozon menunjukkan perbedaan yang signifikan jika

dibandingkan dengan autoklaf, yang mampu membunuh spora *Geobacillus stearothermophilus* hanya dalam satu kali perlakuan autoklafisasi. Pada proses pemanasan dengan oven dan inframerah, sterilisasi dapat dicapai setelah tiga kali perlakuan. Sebaliknya, pada pemanasan dengan oven dan ozon tidak menghasilkan proses sterilisasi meskipun telah dilakukan pengulangan hingga lima kali. Dengan melihat kematian spora *Bacillus atrophaeus* setelah tiga kali sterilisasi menggunakan oven+inframerah, maka *Bacillus atrophaeus* dapat dijadikan sebagai uji sterilitas pada pemanasan dengan metode oven+inframerah, meskipun pada penggunaan oven+ozon hanya terjadi proses bakteriostatik.

Kesimpulan

Berdasarkan temuan penelitian, Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan metode sterilisasi yang tepat sangat penting untuk mencapai efektivitas dan mempertahankan kualitas fisik bahan yang disterilkan. Metode panas kering pada suhu 130°C selama 120 menit terbukti optimal untuk sterilisasi gel alginat, sedangkan pemanasan pada suhu 100°C efektif dalam mendekontaminasi respirator N95. Selain itu, metode sterilisasi kering lebih disarankan untuk kalsium karbonat dan alat kultur jaringan karena kesederhanaan dan efisiensinya. Untuk kultur jaringan tanaman, perhatian terhadap waktu dan suhu selama sterilisasi sangat menentukan untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Terakhir, kombinasi penggunaan oven dengan metode lain seperti inframerah menunjukkan bahwa perlakuan berulang mungkin diperlukan untuk memastikan sterilisasi efektif, yang dapat mempengaruhi penilaian prosedur sterilisasi di laboratorium.

Daftar Pustaka

- Abdurrahmat, F., & Si, M. (2006). Metodologi penelitian & teknik penyusunan skripsi. Jakarta: PT Rineka Cipta, 104.
- Agustiningtyas, I. (n.d.). 2.2 sterilisasi dan desinfeksi.
- Astuty, E., & Angkejaya, O. W. (2022). Pelatihan sterilisasi alat dan bahan medis pada anggota tim bantuan medis Vertebrae Fakultas Kedokteran Universitas Pattimura. *Society: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(5), 284–290. <https://doi.org/10.55824/jpm.v1i5.137>
- Ayuning Putri, D. C., Dwiastuti, R., & Hartati Tuliani, S. (2017). Pengaruh Suhu Dan Durasi Sterilisasi Metode Panas Kering Terhadap Viskositas Dan Daya Sebar Basis Gel Alginat. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 2(2), 57–61. <https://doi.org/10.21776/ub.pji.2017.002.02.5>
- Fitrah, M. (2018). *Metodologi penelitian: Penelitian kualitatif, tindakan kelas & studi kasus*. CV Jejak (Jejak Publisher). Retrieved from https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=UVRtDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=medologi+tindakan+kelas&ots=lsq3JyFITG&sig=5DCGaCjQ88D-LKreGljQYzAuQ_s
- Hutapea, H. P., & Setyowati, F. E. (2023). *SCIENCE TECH Perbandingan Proses Sterilisasi Kalsium Karbonat (CaCO₃) sebagai Bahan Baku Probiotik Hewan Berdasarkan Jumlah Total Sel Bakteri Kalsium karbonat (CaCO₃) dikenal*

dengan mineral anorganik yang memiliki peran dan kegunaan yang sangat luas. 73–83.

- Judijanto, L., Utami, R. N., Suhirman, L., Laka, L., Boari, Y., Lembang, S. T., ... Yunus, M. (2024). *Metodologi Research and Development: Teori dan Penerapan Metodologi RnD*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia. Retrieved from <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=y3INEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=metodologi+rnd&ots=LJDthCFA7S&sig=PSe6PzHljfrQCWSDrKmwOneD2Ws>
- Meliawaty, F. (2012). Efisiensi sterilisasi alat bedah mulut melalui inovasi oven dengan ozon dan infrared. *Maranatha Journal Of Medicine And Health*, 11(2), 151-188. <https://www.neliti.com/id/publications/151988/efisiensi-sterilisasi-alat-bedah-mulut-melalui-inovasi-oven-dengan-ozon-dan-infr>
- Meliawaty, F. (2013). Efisiensi sterilisasi alat bedah mulut melalui inovasi oven dengan ozon dan infrared. *Maranatha J. of Medicine and Health*, 11(2), 147–167.
- Purwanza, S. W. (2022). *Metodologi penelitian kuantitatif, kualitatif dan kombinasi*. Cv. Media Sains Indonesia. Retrieved from https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=0CjKEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=metodologi+penelitian+kuantitatif+dan&ots=FyhbkgCkgl&sig=qxZJAMA0hD06TM3X6A8_4MpENP0
- Saputera, N., Nurkamalia, N., Zuraidah, Z., Qamariah, Q., & Hidayatullah, R. (2018). Rancang Bangun Alat Sterilisasi Kesehatan Berbasis Smart Relay Zelio SR2 B121JD. *Seminar Nasional Riset Terapan*, 3, C20–C34. <https://e-prosiding.poliban.ac.id/index.php/snrt/article/view/167>
- Saputera, N., Rif'at, Nurkamalia, Qamariah, & Roy, H. (2018). Rancang Bangun Alat Sterilisasi Kesehatan Berbasis Smart Relay Zelio SR2 B121JD. *Politeknik Negeri Banjarmasin*, 5662(November), 20–34.
- Wulandari, S., Nisa, Y. S., Taryono, T., Indarti, S., & Sayekti, R. S. (2022). Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur Jaringan. *Agrotechnology Innovation (Agrinova)*, 4(2), 16. <https://doi.org/10.22146/a.77010>
- Yuen, J. G., Marshilok, A. C., Benziger, P. T., Yan, S., Cello, J., Stackhouse, C. A., ... Shroyer, K. R. (2022). Dry heat sterilization as a method to recycle N95 respirator masks: The importance of fit. *PLOS ONE*, 17(1), e0257963. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257963>
- Yuen, J. G., Marshilok, A. C., Todd Benziger, P., Yan, S., Cello, J., Stackhouse, C. A., ... Shroyer, K. R. (2022). Dry heat sterilization as a method to recycle N95 respirator masks: The importance of fit. *PLoS ONE*, 17(1 January), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257963>