

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selama dua tahun terakhir, pandemi Covid-19 sangat mengkhawatirkan kehidupan global. Virus Corona merupakan virus RNA yang terbungkus, tidak tersegmentasi, dan berantai tunggal (Guarner, 2020). Virus Corona pertama kali ditemukan pada tahun 1966 hasil isolasi dari gejala demam biasa (Jahromi, 2020). Virus yang tergolong mematikan ini telah tersebar di seluruh negara dan telah merenggut jutaan nyawa. Berdasarkan data dari *United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs*, hingga Desember 2021, tercatat terdapat 67 milyar kasus yang terkonfirmasi, dengan total kematian sebanyak 1,9 milyar jiwa. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa penyebaran virus Corona terjadi melalui aerosol yang ditransmisikan dalam bentuk *droplets* di udara. Aerosol yang dapat menyebarkan virus berada dalam ukuran supermikron, yaitu $< 2,5 \mu\text{m}$. Ukuran aerosol ini dapat bertahan di atmosfer dalam waktu yang lama dan dengan mudah menembus organ pernapasan manusia melalui sistem pernapasan (Ju *et al.*, 2021).

Virus SARS-CoV-2 ini dipercaya dapat menyebar secara umum dari hubungan kontak langsung antar manusia, seperti melalui transmisi udara, *droplet* atau transmisi aerosol, dan transmisi permukaan. Dari beberapa penyebaran tersebut, transmisi melalui aerosol dan *droplet* merupakan transmisi yang dipercaya memiliki efek paling berbahaya karena adanya penyerangan langsung melalui molekul udara (Jahromi, 2020). Ketika seseorang yang terinfeksi virus ini bersin, batuk, atau berbicara, partikel-partikel kecil yang keluar dari tubuhnya akan membawa virus Corona tadi ke udara dan dalam kasus ini, udara sekitar menjadi terinfeksi oleh virus SARS-CoV-2. Pada tahun 1995, Wells menunjukkan bahwa inti dari *droplet* mengandung pathogen yang menular, pathogen sendiri merupakan pembawa penyakit pernapasan. Oleh karena itu, orang-orang yang berada di wilayah atau *ambient* udara tersebut akan menghirup *droplet* hingga ke paru-paru. Cara terbaik untuk dapat mengendalikan penyebaran virus ini sendiri adalah dengan

adanya strategi pengendalian, antara lain dengan menggunakan *hand sanitizer*, masker, melakukan *physical distancing*, isolasi mandiri, dan desinfeksi secara rutin.

Sejak mewabahnya virus Corona pada Desember 2019, para peneliti telah berupaya untuk mengembangkan material antimikroba dan antivirus dalam mengurangi kontaminasinya di udara. Nanomaterial dikenal memiliki potensi yang cukup besar untuk aplikasi antimikroba dan antivirus. Jika dibandingkan dengan bahan tradisional, material nano lebih unggul karena ukurannya yang kecil, spesifik, memiliki luas permukaan yang besar, adsorpsi yang tinggi, dan kapasitas katalitik yang baik. Banyak material nano yang dilaporkan memiliki preferensi untuk mengikat asam amino atau peptide yang baik (Bonam *et al.*, 2021).

Senyawa TiO_2 telah dikenal sebagai fotokatalisator yang sangat baik selama 90 tahun terakhir (Foster *et al.*, 2011). Senyawa TiO_2 juga terbukti mampu membunuh virus dengan baik. Fotokatalitik senyawa ini dilakukan dengan adanya penyinaran sinar UV yang akan menghasilkan radikal berupa radikal hidroksi (OH^*) dan anion superoksida (O_2^-). Reaksi ini menghasilkan hasil akhir berupa gas CO_2 dan H_2O . Nano- TiO_2 sendiri merupakan bahan nano biokompatibel yang dapat dieksitasi oleh adanya sinar ultraviolet jarak dekat dan memiliki kemampuan sterilisasi fotokimia. Efek sterilisasi fotokimia nano- TiO_2 sendiri sudah diteliti dengan hasil yang sangat baik pada spektrum organisme yang luas, termasuk virus, bakteri, dan sel tumor (Meng *et al.*, 2015).

Fotokatalitik TiO_2 menghasilkan energi oksidasi yang sangat kuat Ketika disinari dengan sinar ultraviolet pada panjang gelombang kurang dari 385 nm (Bono *et al.*, 2021). Penelitian menunjukkan bahwa TiO_2 yang diberi paparan sinar ultraviolet dapat menginaktivasi atau mematikan berbagai macam virus yang bertransmisi melalui udara, seperti virus polio, virus influenza, dan virus SARS (Bono *et al.*, 2021). Beberapa studi menunjukkan bahwa fotokatalisis TiO_2 memiliki efisiensi antibakteri sebesar 90 - 100% (Tong *et al.*, 2021).

Zeolit dipercaya memiliki kemampuan dan sifat adsorpsi yang sangat baik. Zeolit dengan kemampuan modifikasi pertukaran ion (*ion exchange*) dengan kation Ag, Cu, dan Zn telah mampu meningkatkan sifat kimianya terhadap bakteri dan virus (Bright *et al.*, 2009). Kombinasi senyawa TiO_2 dengan zeolit yang telah

dilakukan penambahan kation Ag akan dapat dibuktikan untuk membunuh virus SARS-Cov-2. Campuran ini akan disatukan dengan media membran bentuk *flat*. Dalam fabrikasinya, polimer yang digunakan merupakan polimer yang dapat menghasilkan membran bersifat polar. Campuran ini akan disatukan dengan media membran bentuk *flat* yang bersifat polar. Membran polar sendiri terbukti memiliki kemampuan yang baik dan efektif terhadap aerosol dengan ukuran supermikron dibandingkan dengan membran yang bersifat nonpolar (Ju *et al.*, 2021).

Pengujian antibakteri zeolit telah banyak dilakukan. Pada sebuah studi ditunjukkan bahwa zeolit yang dikombinasikan dengan TiO₂ memiliki respon positif terhadap membran sel bakteri *E. coli* di mana dengan waktu interaksi 2 menit, terlihat penurunan diameter permukaan sebesar 5 nm. Penurunan tersebut disebabkan karena adanya adesi yang terjadi pada interaksi zeolit dan bakteri *E. coli* (Mohammed *et al.*, 2021). Kombinasi zeolit dan TiO₂ tersebut merusak membran sel bakteri dengan membuka permukaan bakteri sehingga bagian-bagian intraseluler bakteri akan keluar dan menyebabkan sel bakteri mati (Mohammed *et al.*, 2021).

Zeolit yang dimodifikasi dengan kation logam seperti Ag, Cu, dan Zn dapat berpotensi sebagai antimikroba dalam sebuah matriks polimer (Torres-Giner *et al.*, 2017). Pada studinya, Torres-Giner mengkompositkan zeolit yang sudah dimodifikasi dengan kation logam Ag dengan sebuah polimer. Hasilnya, material tersebut dapat membunuh bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *P. aeruginosa* hingga 99,9% (Torres-Giner *et al.*, 2017).

Selulosa asetat (CA) adalah senyawa sintesis yang diturunkan dari proses asetilasi selulosa. Selulosa (C₆H₇O₂(OH)₃) sendiri merupakan polimer alam yang banyak ditemukan pada serat tanaman (Sunthar *et al.*, 2021). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa selulosa asetat merupakan antibakteri dan antimikroba yang efektif terhadap bakteri seperti terhadap *Bacillus* spp., *Salmonella* spp., *Streptococcus pyogenes*, dan lain sebagainya.

Dalam sebuah studi, dibuktikan bahwa selulosa asetat dapat membunuh lebih dari 60% bakteri *E. coli* dan *Listeria* (Milovanovic *et al.*, 2017). Studi lain menunjukkan efektivitas antibakteri selulosa asetat pada bakteri *S. epidermis*

dibuktikan dengan menurunnya absorbansi seiring dengan peningkatan konsentrasi selulosa asetat (Sunthar *et al.*, 2021). Selulosa asetat yang dimodifikasi dengan logam Zn memiliki aktivitas antibakteri yang lebih baik daripada senyawa ZnO. Pernyataan tersebut dibuktikan dalam sebuah studi yang menunjukkan diameter zona inhibisi selulosa asetat dengan Zn terhadap bakteri *E.coli* (zona inhibisi sebesar 10,2 mm) dan *S. aureus* (zona inhibisi sebesar 11,9 mm) lebih besar daripada diameter zona inhibisi ZnO terhadap bakteri yang sama (zona inhibisi bakteri *E.coli* sebesar 1,26 mm dan zona inhibisi bakteri *S. aureus* sebesar 2,48 mm) (Zou *et al.*, 2019). Pada studi yang sama, ditunjukkan pula bahwa CA/Zn memiliki aktivitas antibakteri terhadap *E.coli* sebesar 96,7 - 98,7%.

Berdasarkan latar belakang di atas, penelitian ini akan memfabrikasi membran fotokatalitik berbahan dasar selulosa asetat dengan penambahan aditif berupa zeolit yang sudah dimodifikasi ionnya dengan perak. Di dalam membran juga ditambahkan aditif berupa TiO₂ dengan variasi konsentrasi yang berbeda-beda (5; 10; 15; 20; dan 25%). Dalam penelitian ini, bentuk membran yang difabrikasi adalah membran dengan bentuk *flat*. Pada penelitian dilakukan karakterisasi dengan menggunakan FTIR untuk menganalisis gugus fungsi yang terdapat pada zeolit-Ag. Karakterisasi juga dilakukan dengan menggunakan instrumen SEM dan XRD untuk mengetahui morfologi dari membran yang difabrikasi. Membran yang telah difabrikasi dilakukan uji mekanik berupa uji tarik dengan menggunakan *autograph*, uji Modulus Young, serta uji permeabilitas udara. Uji performa membran dilakukan dengan pengujian aktivitas antibakteri menggunakan media agar terhadap bakteri *E. coli* dan *S. aureus* serta dilakukan pula uji aktivitas antivirus terhadap virus SARS-CoV-2.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana fabrikasi membran fotokatalitik selulosa asetat/TiO₂/Zeolit-Ag dalam bentuk *flat* sebagai filter udara pada pencegahan virus Corona?
2. Bagaimana karakterisasi struktur morfologi membran fotokatalitik selulosa asetat/TiO₂/Zeolit-Ag sebagai filter udara pada pencegahan virus Corona?
3. Bagaimana hasil uji antibakteri, antivirus, dan permeabilitas udara pada membran fotokatalitik selulosa asetat/TiO₂/Zeolit-Ag sebagai filter udara pada pencegahan virus Corona?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini utamanya bertujuan untuk:

1. Melakukan fabrikasi membran fotokatalitik selulosa asetat/TiO₂/Zeolit-Ag dalam bentuk *flat* sebagai filter udara pada pencegahan virus Corona .
2. Melakukan karakterisasi struktur morfologi membran fotokatalitik selulosa asetat/TiO₂/Zeolit-Ag sebagai filter udara pada pencegahan virus Corona.
3. Menganalisis uji antibakteri, antivirus, dan permeabilitas udara udara membran fotokatalitik selulosa asetat/TiO₂/Zeolit-Ag sebagai filter udara pada pencegahan virus Corona.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi manfaat bagi ilmu pengetahuan, menjadi referensi data dan prosedur ilmiah dalam pembuatan membran *flat*, dan menghasilkan membran fotokatalitik selulosa asetat/TiO₂/Zeolit-Ag sebagai *filter* udara yang dapat diaplikasikan pada *home-based air purifier* pencegah Covid-19.