

Pengolahan Air Tanah Dalam Menurunkan Bakteri *Coliform* Dengan Metode Mikrofiltrasi Dengan Media Membran Keramik

Hammam Fawaz*, Firra Rosariawari, Praditya S. Ardisty Sitogasa

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya

*Koresponden email: hammamfwz@gmail.com

Diterima: 27 November 2025

Disetujui: 1 Desember 2025

Abstract

Groundwater treatment to reduce Coliform Bacteria levels generally still uses chlorine chemicals. Although effective, on the other hand, chlorine chemicals cause another problem, namely residual chlorine which is harmful to health if the treated water is used directly. Therefore, ceramic membranes can be used as an alternative to degrade Coliform Bacteria levels without causing side effects. The materials used as components of the ceramic membrane are clay, zeolite and coconut shell charcoal, with 3 groups of composition comparisons and 2 types of thickness. This research is experimental by carrying out a simple filtration process using a tube continuously, within an operating period of 8 hours. This study aims to analyze the effect of variations in the composition and thickness of the ceramic membrane on its performance used as filtration. The results of the filtration process show that the variation in the composition of the membrane 50%:25%:25% with a thickness of 2.5 cm has the highest reduction efficiency reaching 95.88%. This ceramic membrane variation has the least mixture of coconut charcoal. The study revealed that the mixture of additives in the form of coconut charcoal and membrane thickness play an important role in pore formation. The more clay and coconut shell charcoal are mixed and the thicker the membrane is made, the more the ceramic membrane's ability to reduce water pollutant levels will increase.

Keywords: *ceramic membrane, clay, microfiltration, total coliform*

Abstrak

Pengolahan air tanah untuk menurunkan kadar Bakteri *Coliform* umumnya masih menggunakan zat kimia klorin. Meskipun efektif, di sisi lain, zat kimia klorin menimbulkan masalah lain yaitu sisa klor yang berbahaya bagi kesehatan jika air hasil olah tersebut langsung digunakan. Oleh karena itu, membran keramik dapat dijadikan alternatif untuk mendegradasi kadar Bakteri *Coliform* tanpa menimbulkan efek samping. Bahan yang digunakan sebagai penyusun membran keramik adalah tanah liat, zeolit dan arang tempurung kelapa, dengan 3 kelompok perbandingan komposisi dan 2 jenis ketebalan. Penelitian ini bersifat eksperimental dengan melakukan proses filtrasi sederhana menggunakan tabung secara kontinyu, dalam kurun waktu operasi selama 8 jam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi dan ketebalan dari membran keramik terhadap kinerjanya yang digunakan sebagai filtrasi. Hasil dari proses filtrasi menunjukkan bahwa variasi komposisi membran 50% : 25% : 25% dengan ketebalan 2,5 cm memiliki efisiensi penurunan kadar tertinggi mencapai 95,88%. Variasi membran keramik tersebut memiliki campuran arang kelapa paling sedikit. Penelitian mengungkap bahwa, campuran zat aditif berupa arang kelapa dan ketebalan membran berperan penting dalam pembentukan pori. Semakin banyak campuran tanah liat dan sedikit arang tempurung kelapa serta semakin tebal membran yang dibuat, akan meningkatkan kemampuan membran keramik dalam menurunkan kadar pencemar air.

Kata Kunci: *membran keramik, mikrofiltrasi, tanah liat, total coliform*

1. Pendahuluan

Salah satu sumber air tawar yang masih umum digunakan oleh masyarakat adalah air tanah. Hal ini dikarenakan beberapa daerah masih belum bisa terjangkau oleh distribusi air bersih dari PDAM setempat. Pada umumnya perusahaan-perusahaan yang menyediakan air bersih hanya dapat menjangkau daerah perkotaan, sehingga mendorong masyarakat pada daerah pedesaan untuk memanfaatkan air tanah atau air permukaan untuk memenuhi kebutuhan meskipun air tersebut belum tentu layak untuk digunakan. Penyebab air bersih tidak memenuhi syarat yaitu disebabkan oleh air baku sudah tercemar. Salah satu indikator pencemaran mikroba air bersih adalah Bakteri *Coliform* [1].

Bakteri *Coliform* adalah bakteri berbentuk batang, gram negatif, mampu memfermentasi laktosa serta membentuk asam dan gas pada suhu 37°C. Contoh bakteri *Coliform* antara lain *Escherichia coli*, *Klebsiella sp.* dan *Enterobacter sp.*. Total *Coliform* digunakan sebagai parameter standar mutu mikrobiologi karena

keberadaannya berkorelasi positif dengan keberadaan mikroorganisme *pathogen* [2]. Air minum olahan harus bebas dari kandungan Bakteri *Coliform* dan *E. Coli* agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan. Bakteri *Coliform* dapat menyebabkan infeksi pada saluran pencernaan seperti mual, muntah, dan diare [1].

Pengolahan air tanah untuk menurunkan kadar Bakteri *Coliform* umumnya masih menggunakan zat kimia klorin. Meskipun efektif, di sisi lain, zat kimia klorin menimbulkan masalah lain yaitu sisa klor yang berbahaya bagi kesehatan jika air hasil olah tersebut langsung digunakan. Oleh karena itu, membran keramik dapat dijadikan alternatif untuk mendegradasi kadar Bakteri *Coliform* tanpa menimbulkan efek samping.

Membran merupakan suatu lapisan tipis di antara dua fasa fluida yaitu fasa umpan (*feed*) dan fasa permeat yang berfungsi sebagai penghalang (*barrier*) terhadap suatu partikel tertentu [3]. Membran bersifat semipermeabel, berarti membran dapat menahan spesi-spesi tertentu yang lebih besar dari ukuran pori membran dan melewatkannya spesi-spesi lain dengan ukuran lebih kecil [4]. Membran keramik dikembangkan sebagai alternatif pengolahan air gambut yang lebih mudah, memiliki ketahanan kimia yang baik, kekuatan mekanik dan ketahanan yang tinggi terhadap panas, asam dan basa, konsumsi energi yang rendah, ukuran pori yang sempit dan biaya operasional rendah [5].

Adapun bahan untuk membran keramik yang akan digunakan dalam penelitian ini sendiri adalah campuran dari tanah liat, zeolit, dan arang batok kelapa. Tanah liat di sini sebagai bahan utama pembuatan membran. Tanah liat merupakan material yang berpori sehingga memiliki kemampuan untuk mengadsorpsi serta memiliki ion yang bisa dipertukarkan dengan ion dari luar. Penambahan bahan zeolit sebagai media adsorben dalam membran keramik meningkatkan kemampuan membran keramik dalam menurunkan kadar polutan dalam air. Bahan lain yang dipergunakan dalam pembuatan membran adalah karbon aktif sebagai aditif. Karbon aktif yang dipergunakan berasal dari arang batok kelapa, yang mana dapat membantu kinerja adsorbsi dari zeolit sebagai adsorben [4].

Berdasarkan informasi yang telah dipaparkan sebelumnya, teknologi membran keramik memiliki potensi yang cukup besar sebagai alternatif pengolahan air dalam menurunkan Bakteri *Coliform*. Adapun penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi komposisi dan ketebalan dari membran keramik yang telah ditentukan terhadap kinerja filtrasi, dalam kata lain adalah untuk mengetahui komposisi dan ketebalan berapa yang paling efektif dalam menurunkan Bakteri *Coliform*, namun tetap dapat menghasilkan volume hasil filtrasi yang cukup besar.

Mikrofiltrasi merupakan pemisahan partikel berukuran mikron atau submikron. Bentuk umumnya *cartridge*, *cartridge* tersebut diletakkan di dalam wadah tertentu (*housing*). Bahan *cartridge* beraneka, seperti katun, wool, rayon, selulosa, *fiberglass*, polipropilena, dan lain-lain. Pada hasil penelitiannya mengenai kinerja membran mikrofiltrasi pada proses pemurnian air mencatat bahwa teknologi membran mikrofiltrasi dapat digunakan untuk mengurangi bakteri *E. coli* dan kekeruhan air baku [6].

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental dan pembahasan secara analitik deskriptif. Membran keramik terbuat dari bahan utama tanah liat, zeolit dan arang tempurung kelapa. Adapun variasi perbandingan persentase komposisi secara berurutan : 50% : 25% : 25% ; 50% : 20% : 30% ; dan 50% : 15% : 35%. Sedangkan variasi ketebalan yaitu : 2 cm dan 2,5 cm. Semua membran berdiameter yang sama 10 cm menyesuaikan dengan ukuran tabung filtrasi yang akan digunakan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk pembuatan membran keramik dan reaktor filtrasi yaitu : ayakan 100 mesh, cetakan membran berbentuk piringan berdiameter 12 cm dengan ketebalan 3 cm dan 2,5 cm, pompa sentrifugal, pressure gauge, alat press arang bricket, serta peralatan untuk pengujian kadar Bakteri *Coliform*. Sedangkan bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini ialah : tanah liat, zeolit, arang tempurung kelapa, air tanah sebagai sampel uji, pipa PVC 4 inch sepanjang 153 cm, pipa PVC $\frac{1}{2}$ inch, kran air $\frac{1}{2}$ inch, drum 150 L, bak 50 L, box container 15 L, serta bahan lengkap pengujian kadar Bakteri *Coliform*.

Pembuatan Membran Keramik

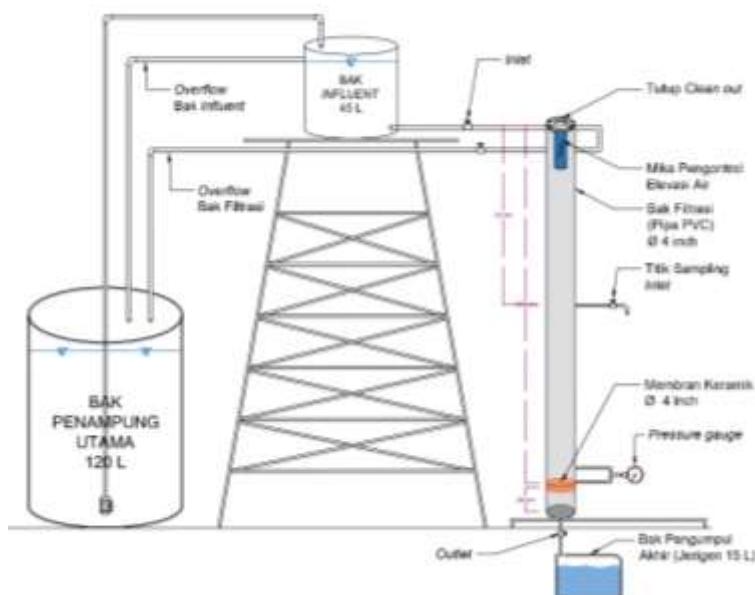
1. Proses pertama dalam pembuatan membran keramik yaitu pembubukan bahan utama tanah liat, zeolit, dan arang kelapa menjadi butiran lebih kecil, agar mudah pada saat pengayakan.
2. Mengayak bahan penyusun membran dengan ayakan berukuran 100 mesh. Kemudian ketiga bahan tersebut dicampurkan dengan ditambahkan air sedikit demi sedikit hingga adonan membran yang kalis.

3. Dilanjutkan proses pencetakan dengan alat press, kemudian dikeringkan selama 7 hari dengan tidak terkena matahari secara langsung agar tidak terjadi keretakan.
4. Proses selanjutnya yaitu pembakaran dan pematangan. Membran dibakar menggunakan *furnace* dengan suhu 900°C selama 7 jam. Proses pembakaran dilakukan secara perlahan untuk mencegah keretakan. Membran siap digunakan.

Penelitian Utama

Penelitian utama ini merupakan penelitian inti yang mana akan dilakukan pengujian kinerja dari variasi membran keramik yang telah dibuat. Pada tahap ini terjadi proses filtrasi air sampel menggunakan metode membran keramik. Filtrasi dilakukan dengan sistem kontinyu seperti tertera pada gambar 1. berikut. Sampel air dituang ke dalam bak penampung awal, kemudian air akan dipompa menuju bak penampung atas, lalu air akan mengalir ke tabung filtrasi secara gravitasi. Kemudian output hasil filtrasi diambil setiap 2 jam sekali, dan dilakukan sampai selama 8 jam.

Sampel air hasil filtrasi dianalisis kualitasnya dengan menguji kadar dari parameter utama Bakteri *Coliform*. Pengujian kadar Bakteri *Coliform* menggunakan metode MPN. Selain itu, membran keramik yang telah dibuat juga dikarakterisasi menggunakan uji porositas.



Gambar 1. Detail Reaktor Filtrasi
Sumber: Data Penelitian

Uji Porositas

Porositas membran menggambarkan kapasitas membran dalam menahan/menyerap air. Porositas keramik menunjukkan perbandingan antara volume total pori-pori terbuka dengan volume total keramik [7]. Prosedur pengujian porositas diawali dengan menimbang keramik sebagai berat kering menggunakan timbangan analitik. Selanjutnya, sampel keramik dimasukkan ke dalam wadah dan ditambahkan air sebanyak 300 mL untuk direndam selama 2 jam, kemudian ditiriskan selama 5 menit.

Setelah proses penirisan, membran ditimbang kembali untuk memperoleh berat basah menggunakan timbangan analitik. Nilai berat kering dan berat basah tersebut kemudian digunakan untuk menghitung persentase porositas membran dengan menggunakan rumus:

$$\%P = \left[\frac{M \text{ basah} - M \text{ kering}}{Vt \times \rho_{\text{air}}} \right] \times 100$$

Keterangan:

% P adalah persen porositas, M basah adalah massa basah (membran keramik) (g), M kering ialah massa kering (membran keramik) (g) Vt merupakan volume membran keramik (cm^3), serta ρ_{air} adalah massa jenis air (g/cm^3) [8].

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil dari pembuatan membran keramik yang telah dilakukan proses pematangan ditunjukkan pada **Gambar 2** di bawah ini.



Gambar 2. Bentuk Membran Jadi
Sumber: Hasil Penelitian (2025)

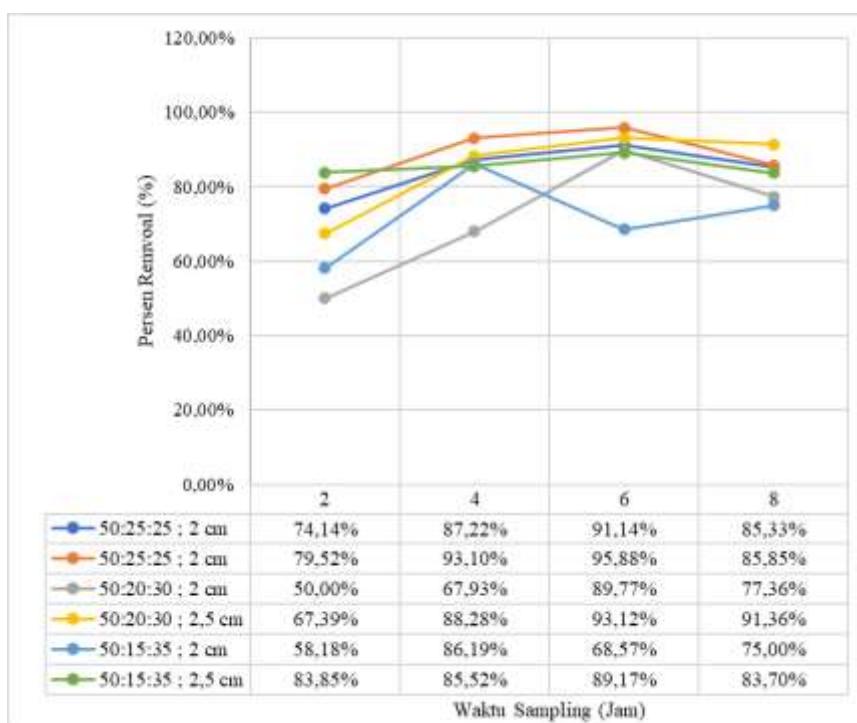
Pada penelitian ini, sumber air sampel yang dijadikan penelitian merupakan Air Sumur Masjid X di Kabupaten Sidoarjo. Air sumur tersebut biasa digunakan untuk kebutuhan sehari-hari seperti wudhu dan keperluan sanitasi masyarakat sekitar seperti warung dsb. Sampling awal dilakukan di setiap variasi waktu pada proses filtrasi, beriringan dengan sampling air hasil olah itu sendiri. Setelah air sampel awal dan hasil olah didapatkan, akan dilakukan pengujian kadar sesuai parameter yang telah ditetapkan dengan prosedur uji menurut standar yang berlaku. Berikut merupakan tabel dan grafik hasil penelitian filtrasi untuk menurunkan kadar pencemar dari parameter yang telah dilakukan.

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Filtrasi Parameter *Total Coliform*

Variasi Komposisi (%)	Variasi Ketebalan Membran (cm)	Waktu Sampling (Jam)	Parameter <i>Total Coliform</i> (MPN/100 ml)		
			Inlet	Outlet	Efisiensi Penurunan (%)
50:25:25	2 cm	2	29000	7500	74,14%
		4	36000	4600	87,22%
		6	44000	3900	91,14%
		8	75000	11000	85,33%
	2,5 cm	2	210000	43000	79,52%
		4	290000	20000	93,10%
		6	340000	14000	95,88%
		8	530000	75000	85,85%
50:20:30	2 cm	2	24000	12000	50,00%
		4	29000	9300	67,93%
		6	43000	4400	89,77%
		8	53000	12000	77,36%
	2,5 cm	2	46000	15000	67,39%
		4	64000	7500	88,28%
		6	93000	6400	93,12%
		8	110000	9500	91,36%
50:15:35	2 cm	2	110000	46000	58,18%
		4	210000	29000	86,19%
		6	350000	110000	68,57%
		8	440000	110000	75,00%
	2,5 cm	2	26000	4200	83,85%
		4	29000	4200	85,52%
		6	36000	3900	89,17%
		8	46000	7500	83,70%

Sumber: Hasil Penelitian (2025)

Adapun grafik hasil dari penelitian filtrasi membran keramik terkait penurunan kadar Total Coliform dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 3. Grafik Hasil Uji Kulitas Filtrasi Parameter *Total Coliform*

Dari data yang telah didapatkan pada tabel dan grafik di atas, menunjukkan efisiensi penurunan kadar Bakteri *Total Coliform* tertinggi terjadi pada variasi komposisi membran 50:25:25 dengan ketebalan 2,5 cm yaitu sebesar 95,88% di jam ke-6. Sedangkan efisiensi penurunan kadar Bakteri *Total Coliform* terendah terjadi pada variasi komposisi membran 50:20:30 dengan ketebalan 2 cm yaitu sebesar 50% di jam ke-2. Dengan rata-rata efisiensi removal adalah sekitar 81,15%.

Variasi membran dengan efisiensi penurunan tertinggi, yaitu 50:25:25 dengan ketebalan 2,5 cm, bisa terjadi karena jumlah zat aditif berupa arang kelapa lebih sedikit ditambahkan daripada membran lainnya. Kemudian untuk membran dengan komposisi arang kelapa yang lebih banyak yaitu 35% menunjukkan hasil efisiensi penurunan lebih rendah daripada membran keramik dengan komposisi aditif 30% dan 25%. Arang kelapa pada pembuatan membran keramik ini, berperan penting dalam pembentukan pori membran. Semakin banyak arang kelapa yang ditambahkan sebagai zat aditif, semakin banyak pori pula yang akan terbentuk [9]. Dengan banyaknya pori yang terbentuk, maka porositas membran dalam meloloskan air semakin besar, namun berbanding terbalik dengan efisiensi penurunan parameter pencemar yang semakin kecil penelitian atau teori yang dikaji, dengan teori serta hasil penelitian sebelumnya.

Selain itu, berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa semakin tebal membran yang dibuat, terdapat kenaikan secara cukup signifikan terhadap efisiensi penyisihan dari Bakteri *Total Coliform*. Hal ini dikarenakan, semakin tebal membran yang dibuat, semakin menghambat laju dari air yang akan melalui membran itu sendiri, dikarenakan luas permukaan yang juga semakin meningkat daripada membran yang memiliki ketebalan lebih tipis. Sehingga, partikulat pencemar/permeat juga akan ikut terhambat untuk bisa lolos melalui membran.

Hal ini dibuktikan dengan penelitian terdahulu yaitu penelitian dari [10], dan [4]. Yang mana, Anggraini (2019) melakukan penelitian membran keramik dengan ketebalan 2 cm mendapatkan hasil persen penyisihan tertinggi sebesar 99,83%, sedangkan Fitria Sari (2018) dengan ketebalan membran 1,5 cm dapat menghasilkan persen penyisihan tertinggi sebesar 95,83%. Dari hasil uji, efisiensi penurunan parameter Bakteri *Total Coliform* terjadi kenaikan secara bertahap dari waktu sampling awal jam ke-2 dan paling tinggi terjadi pada waktu sampling jam ke-6. Pola peningkatan efisiensi penurunan yang seiring dengan lamanya proses filtrasi ini, disebabkan oleh faktor proses yang dinamakan *fouling*.

Fouling sendiri adalah, penumpukan material atau partikel di permukaan membran yang dapat mengurangi massa atau permeat yang melalui membran. Semakin lama waktu operasi membran, semakin tebal lapisan *fouling*, yang mana hal ini akan membantu memperkecil ukuran pori [11]. Sehingga, jumlah kadar pencemar yang lolos melalui membran, semakin berkurang untuk beberapa saat.

Namun setelah jam ke-6, kualitas hasil pengolahan dari semua membran terjadi penurunan, hal ini disebabkan karena kondisi membran setelah jam ke-6 telah mencapai titik jenuh. Bahkan, pada kasus penelitian ini, pada operasi filtrasi membran dengan komposisi 50:15:35 dengan ketebalan 2 cm, terjadi indikasi penumpukan partikulat pencemar secara lebih cepat, sehingga pada waktu sampling jam ke-6, terjadi penurunan efisiensi penurunan. Kemudian kembali terjadi peningkatan efisiensi pada jam ke-8 secara bertahap.

Hal tersebut terjadi dikarenakan, jumlah partikulat pencemar semakin banyak, ditambah proses filtrasi dilakukan secara terus-menerus masuk ke dalam tabung filtrasi, sehingga terjadi penyumbatan pada pori-pori membran secara berlebihan. Proses filtrasi yang secara terus menerus dilakukan, menyebabkan jumlah bakteri yang terkandung semakin banyak, yang pada akhirnya akan mendesak keluar melalui pori-pori sehingga lolos dari membran keramik, serta dalam hal ini, keadaan struktur pori-pori membran juga dapat menyebabkan kerusakan.

Dari penjelasan di atas terkait hubungan lama waktu proses filtrasi dengan hasil efisiensi removal yang dihasilkan, yang mana juga dapat dilihat pada tren pada grafik 1, meskipun pada rata-rata jam ke-6 telah menunjukkan hasil yang cukup baik, hal tersebut dapat dikatakan bahwa proses filtrasi masih belum mencapai kinerja yang diharapkan. Yaitu dapat meremove parameter pencemar dengan kadar terendah atau dalam kata lain, memiliki efisiensi penurunan tertinggi pada waktu awal proses filtrasi, sepanjang selama waktu proses filtrasi yang telah ditetapkan itu sendiri. Dalam kata lain, seperti yang dijelaskan pada penjelasan sebelumnya, bahwa Bakteri *Coliform* terifiltrasi hanya melalui proses efek yang dinamakan *fouling*.

Hal ini dapat dikatakan bahwa penyebaran ukuran pori dari membran yang telah dibuat juga belum menunjukkan penyebaran yang merata dan cukup rapat. Dalam kata lain, masih banyak ukuran pori yang terbentuk, lebih besar daripada ukuran Bakteri *Coliform* ($>2-6$ mikron) [12], sehingga pada jam awal proses filtrasi, masih banyak yang lolos melalui membran. Analisis ini diperkuat dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Wongsakoonkan dkk (2014), yang mana hasil removal Bakteri *Coliform* menunjukkan kadar terendah pada jam pertama dan kinerja membran terus menurun seiring dengan lamanya proses filtrasi itu sendiri (mencapai titik jenuh) [13].

Analisis Statistik Pengaruh Variasi Terhadap Penurunan Kadar Parameter

Hal pertama yang dapat dilakukan untuk mengetahui hubungan dan pengaruh antara variabel bebas dan terikat yang akan dianalisis yaitu hubungan komposisi dan ketebalan terhadap efisiensi penyisihan *Total Coliform* apakah memiliki hubungan sebab-akibat menggunakan uji korelasi. Adapun hasil uji statistika korelasi adalah sebagai berikut.

Pairwise Spearman Correlations			
Sample 1	Sample 2	Correlation	95% CI for p P-Value
% Removal	% Komposisi Membran	0.310 (-0.117, 0.640)	0,141

Pairwise Spearman Correlations			
Sample 1	Sample 2	Correlation	95% CI for p P-Value
% Removal	Ketebalan Membran	0.421 (0.003, 0.714)	0,040

Gambar 4. Hasil Uji Statistika Korelasi Variasi Komposisi dan Ketebalan Membran

Sumber: Hasil Penelitian (2025).

Berdasarkan **Gambar 4** di atas, hasil uji korelasi *Spearman* antara komposisi membran dengan persen penyisihan *Total Coliform* menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar $\rho = 0,310$ dengan nilai signifikansi $p\text{-value} = 0,141$ yang mana hal ini $> \alpha$. Berdasarkan tabel interpretasi korelasi, nilai tersebut termasuk dalam kategori hubungan lemah dan tidak signifikan secara statistik. Artinya, variasi persentase komposisi bahan penyusun membran (zeolit, arang kelapa, dan tanah liat) tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap efektivitas penyaringan *Total Coliform*. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan proporsi bahan masih dalam rentang yang sempit sehingga belum cukup mempengaruhi sifat fisik membran seperti ukuran pori, porositas, dan morfologi permukaan. Selain itu, faktor lain seperti ketebalan lapisan, tekanan filtrasi, serta suhu sintering kemungkinan lebih dominan dalam menentukan kinerja filtrasi yang dihasilkan.

Hasil uji korelasi *Spearman* antara ketebalan membran dengan persentase removal *Total Coliform* menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar $\rho = 0,421$ dengan nilai signifikansi $p\text{-value} = 0,040$ yang mana hal ini $< \alpha$. Berdasarkan tabel interpretasi koefisien korelasi, nilai tersebut termasuk dalam kategori hubungan sedang dan bersifat positif signifikan. Artinya, peningkatan ketebalan membran berhubungan

dengan peningkatan kemampuan membran dalam menurunkan jumlah *Total Coliform* pada air hasil filtrasi. Hubungan ini menunjukkan bahwa semakin tebal lapisan membran yang digunakan, maka semakin tinggi juga efektivitas proses filtrasi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya panjang alur aliran air di dalam struktur pori yang terbentuk, sehingga peluang partikel padatan tersuspensi maupun mikroorganisme untuk tertahan di dalam lapisan penyaring menjadi lebih besar. Dengan demikian, ketebalan membran dapat dikatakan sebagai salah satu parameter penting yang berpengaruh nyata terhadap efektivitas filtrasi pada penelitian ini.

Adapun dasar pengambilan keputusan adalah sebagai berikut: 1) jika nilai Signifikansi $< 0,05$ maka berkorelasi, 2) jika nilai Signifikansi $> 0,05$ maka tidak berkorelasi. Jika nilai signifikansi tepat $0,05$ maka kita dapat membandingkan Uji Korelasi Pearson dengan r tabel dengan ketentuan sebagai berikut :1) jika Uji Korelasi Pearson $>$ r tabel maka berhubungan, 2) jika Uji Korelasi Pearson $<$ r tabel maka tidak berhubungan [14].

Hasil Uji Porositas Membran Keramik

Pengujian porositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kepadatan dan jumlah rongga dalam struktur membran keramik, yang berperan penting dalam proses filtrasi. Berdasarkan hasil pengujian, porositas membran dipengaruhi oleh baik komposisi maupun ketebalan membran. Adapun hasil uji porositas membran yang telah dibuat adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil Uji Porositas

Percentase Variasi Komposisi (%)	Ketebalan	Porositas Membran (%)
50:25:25	2 cm	40,52%
	2,5 cm	38,01%
50:20:30	2 cm	43,84%
	2,5 cm	41,45%
50:15:35	2 cm	46,21%
	2,5 cm	43,57%

Sumber: Hasil Penelitian (2025).

Dari **Tabel 2** hasil uji porositas di atas didapatkan, variasi komposisi membran 50:15:35 dengan ketebalan 2 cm memiliki porositas tertinggi sebesar 46,21%. Sedangkan membran dengan porositas terendah adalah variasi membran 50:25:25 dengan ketebalan 2,5 cm, yaitu sebesar 38,01%. Kemudian untuk membran dengan komposisi arang kelapa yang lebih banyak yaitu 35% juga menunjukkan hasil porositas yang lebih besar daripada membran dengan komposisi arang kelapa 25% dan 30%. Membran dengan variasi komposisi 50:25:25 adalah membran dengan komposisi arang kelapa terendah, sehingga hal ini sejalan dengan teori bahwa semakin sedikit penambahan arang sebagai pembentuk pori akan menghasilkan jumlah pori yang lebih sedikit, dan menjadikan penghambatan permeat melalui permukaan membran semakin tinggi.

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa komposisi arang kelapa memiliki peran utama dalam pembentukan pori, karena arang kelapa berfungsi sebagai bahan pembentuk pori. Namun, kombinasi tebal membran serta dari proses pematangan juga memberikan pengaruh yang tidak kalah penting dalam menentukan seberapa besar pori, dan distribusi pori itu sendiri.

Apabila dengan proses pembuatan, pencetakan hingga suhu yang tepat dan perlakuan saat pembakaran yang sama dan sesuai prosedur, serta semakin tebal membran yang dibuat, pori yang dibuat dapat berikan satu sama lain dan terdistribusi secara lebih merata. Sehingga, bentuk pori lebih kecil dari membran yang lebih tipis. Dengan demikian, kombinasi antara komposisi dan tebal membran perlu disesuaikan untuk mencapai porositas optimal sesuai kebutuhan aplikasi membran, terutama jika ditujukan untuk filtrasi air [15].

4. Kesimpulan

Kombinasi dari variasi komposisi membran yaitu tanah liat, zeolit, dan arang tempurung kelapa serta ketebalan membran saling berkontribusi dalam meningkatkan kualitas air hasil olah. Semakin banyak campuran tanah liat dan sedikit arang tempurung kelapa serta semakin tebal membran yang dibuat, akan meningkatkan kemampuan membran keramik dalam menurunkan parameter pencemar air.

Selain itu, pada hasil uji statistika korelasi, bahwa nilai P-value pada variasi ketebalan sebesar 0,040 yang berarti nilai tersebut $< \alpha$. Sehingga, pada penelitian ini disimpulkan bahwa pengaruh terkuat dan nyata dalam meningkatkan kinerja dari proses filtrasi dalam menurunkan kadar Bakteri *Coliform* adalah variasi ketebalan.

6. Daftar Pustaka

- [1] D. N. Wahyudiniar and P. Pujiono, "Variasi Ketebalan Media Filter Bio Ceramic Ball Untuk Menurunkan Total Coliform Pada Air Minum," *J. Ris. Kesehat. Poltekkes Depkes Bandung*, vol. 15, no. 1, pp. 44–50, 2023, doi: 10.34011/juriskesbdg.v15i1.2219.
- [2] G. R. Wardani, "Analisis MPN (Most Probable Number) Bakteri Coliform Pada Air Sumur Penduduk Yang Bermukim Disepanjang Sungai Lamandau, Desa Batu Kotam, Kecamatan Bulik, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah," Pangkalan Bun, 2021.
- [3] Fadhillah, Raihan. *Pembuatan dan Karakterisasi Minyak Biji Alpukat (Persea Americana) Sebagai Membran dengan Metode Inversi Fasa*. Diss. UIN Ar-Raniry Fakultas Sains dan Teknologi, 2023.
- [4] S. F. Sari and J. Sutrisno, "Penurunan Total Coliform Pada Air Tanah Menggunakan Membran Keramik," *Waktu J. Tek. UNIPA*, vol. 16, no. 1, pp. 30–38, 2018, doi: 10.36456/waktu.v16i1.1444.
- [5] S. Diana, L. Zaharani, and Z. Fona, "Pemanfaatan Fly Ash dan Clay dalam Pembuatan Membran Keramik dengan Penambahan PVA Sebagai Perekat untuk Merejeksi TSS pada Air Sungai," *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 2, no. 1, pp. 259–3954, 2018.
- [6] A. Mila, "Pengolahan Air Minum Isi Ulang Menggunakan Ultrafiltrasi Dan Karakterisasi Kandungan Coliform Dengan Metode Standar Mikrobiologi," Medan, 2022.
- [7] A. Jalali, A. Shockravi, V. Vatanpour, and M. Hajibeygi, "Preparation and characterization of novel microporous ultrafiltration PES membranes using synthesized hydrophilic polysulfide-amide copolymer as an additive in the casting solution," *Microporous Mesoporous Mater.*, vol. 228, pp. 1–13, 2016, doi: 10.1016/j.micromeso.2016.03.024.
- [8] 'Afaf Sri Hartini, I. Syahbanu, and N. Nurlina, "Uji Water Uptake Dan Porositas Terhadap Blend Membran Berbasis Polisulfon dan Selulosa Asetat Dari Nata De Coco," *J. Kim. Khatulistiwa*, vol. 7, no. 4, pp. 25–30, 2018.
- [9] M. H. Ali, "Analisis Filter Keramik Berpori Berbentuk Tabung Berbasis Zeolit Alam Dan Arang Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Partikel Pada Air Sumur," Semarang, 2019.
- [10] A. N. Anggraini and S. Sugito, "Peningkatan Kualitas Olahan Air Limbah Kawasan Industri Menggunakan Dual Filtrasi Membran Keramik," *Waktu J. Tek. UNIPA*, vol. 17, no. 2, pp. 6–18, 2019, doi: 10.36456/waktu.v17i2.2132.
- [11] V. J. Ujiane and B. D. Marsono, "Pengaruh Metroda Pencucian dan Air Scouring terhadap Kinerja Immersed Membrane Microfiltration," *J. Tek. ITS*, vol. 11, no. 2, pp. 73–78, 2022, doi: 10.12962/j23373539.v11i2.90900.
- [12] I. A. Khan and N. M. Ahmad, "Activated Carbon, CNTs and GO Based Polymeric Nanocomposites Membranes for Textile Wastewater Treatment: Preparation, Performance, and Fouling Control," *Environ. Sci. Proc.*, vol. 25(1), no. 77, pp. 1–6, 2023, doi: <https://doi.org/10.3390/ECWS-7-14307>.
- [13] W. Wongsakoonkan, T. Prechthai, and K. Tantrakarnapa, "Suitable Types and Constituent Ratios for Clay-Pot Water Filters to Improve the Physical and Bacteriological Quality of Drinking Water," *Environment Asia*, vol. 7, no. 2, pp. 117–123, 2014, doi: 10.14456/ea.2014.30.
- [14] F. Jabnabillah and N. Margina, "Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Motivasi Belajar Dengan Kemandirian Belajar Pada Pembelajaran Daring (Correlation Pearson Analysis on Determine Relationship between Study Motivation and Self -Regulate Learning on Online Studies)," *J. Sintak*, vol. 1, no. 1, pp. 14–18, 2022.
- [15] I. Rahayu, "Pembuatan Dan Karakterisasi Membran Keramik Dengan Variasi Tepung Beras Sebagai Aditif Untuk Proses Mikrofiltrasi," *J. Sains dan Terap. Kim.*, vol. 11, no. 2, pp. 52–60, 2017, doi: 10.20527/jstk.v11i2.4035.