

Preparasi dan Karakterisasi Komposit Kitosan-ZnO sebagai Agen Hidrofobik pada Kain Katun**Preparation and Characterization of Chitosan-ZnO as Hydrophobic Agent in Cotton Fabric****Kayla Naulia Fadhila, Dina Kartika Maharani****Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences**Universitas Negeri Surabaya**Jl. Ketintang, Surabaya (60231), Telp. 031-8298761** Corresponding author, email: dinakartika@unesa.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat material komposit dari kitosan dan ZnO juga pengaplikasiannya sebagai agen hirofobik kain katun melalui proses pelapisan komposit kitosan-ZnO pada kain katun. Pembuatan komposit kitosan-ZnO menggunakan metode sol-gel dengan variasi perbandingan volume kitosan terhadap ZnO yaitu 7:3, 6:4, 5:5, 4:6 dan 3:7. Kain katun terlapisi komposit kitosan-ZnO diukur hidrofobitasnya menggunakan metode *water contact angle* (WCA) dan dihasilkan sudut kontak air tertinggi 131° pada variasi kitosan: ZnO sebesar 7:3. Karakterisasi komposit kitosan-ZnO menggunakan instrument FTIR dan XRD. Hasil FTIR menunjukkan adanya interaksi kitosan dengan ZnO, hal ini didukung adanya gugus C=O yang teramati pada bilangan gelombang 1556 cm⁻¹, gugus C-N tampak pada 1397 cm⁻¹ dan 1338 cm⁻¹, gugus -OH dan -NH terdeteksi pada 3242 cm⁻¹, ikatan O-Zn-O teridentifikasi pada 425 cm⁻¹ dan juga ikatan -C-O-C- antara gugus kitosan dengan ZnO terlihat pada 1019 cm⁻¹ dan 1052 cm⁻¹. Hasil XRD menunjukkan puncak pada 2θ 37,1°, 246,82° dan 68,31° menunjukkan adanya fasa kristalin nanopartikel ZnO serta puncak karakteristik kitosan pada 2θ 10,6° dan 21,8°. Hasil karakterisasi FTIR dan XRD menunjukkan bahwa komposit kitosan-ZnO telah berhasil disintesis.

Kata kunci : Hidrofobik, Komposit Kitosan-ZnO

Abstract. This study aims to make a composite material from chitosan and ZnO as well as its application as a hydrophobic agent for cotton fabrics through a chitosan-ZnO composite coating process on cotton fabrics. The manufacture of chitosan-ZnO composites used the sol-gel method with variations in the volume ratio of chitosan to ZnO, namely 7:3, 6:4, 5:5, 4:6 and 3:7. The hydrophobicity of cotton cloth coated with chitosan-ZnO composite was measured using the water contact angle (WCA) method and the highest water contact angle was 131° for the variation of chitosan: ZnO of 7:3. Characterization of chitosan-ZnO composites using FTIR and XRD instruments The FTIR results show an interaction of chitosan with ZnO, this is supported by the presence of C=O groups observed at wave numbers 1556 cm⁻¹, C-N groups appear at 1397 cm⁻¹ and 1338 cm⁻¹, -OH and -NH groups are detected at 3242 cm⁻¹, O-Zn-O bonds were identified at 425 cm⁻¹ and also -C-O-C- bonds between the chitosan group and ZnO were seen at 1019 cm⁻¹ and 1052 cm⁻¹. XRD results showed peaks at 2θ 37.1°, 246.82° and 68.31° indicating the presence of a ZnO nanoparticle crystalline phase and characteristic peaks of chitosan at 2θ 10.6° and 21.8°. The results of FTIR and XRD characterization show that the chitosan-ZnO composite has been successfully synthesized.

Key words: Hydrophobic, Chitosan-ZnO Composites**PENDAHULUAN**

Pada umumnya kain katun berbasis selulosa dan bersifat hidrofilik menyebabkan kain tersebut menjadi lebih mudah kotor. Permukaan kain memiliki gugus hidroksil penyerap air yang melimpah sehingga kain dapat dengan mudah serat menyerap air,

terkena kotoran, debu dan bau. Produk tekstil inovatif diciptakan para ilmuwan untuk meningkatkan kualitas produk tekstil dan menutupi kekurangan tekstil berbasis selulosa. Misalnya, bahan kain dengan sifat *UV-blocking*, antibakteri, *self-cleaning* dan hidrofobik [1].

Material tekstil *self-cleaning* hidrofobik memiliki keuntungan menjadi tetap bersih karena memiliki sifat dapat menolak air, kotoran, bau [2], mengurangi kelembapan dan dikenal lebih efektif dalam menghilangkan pengotor [1]. Tekstil hidrofobik dapat didefinisikan sebagai tekstil dengan sudut kontak air $\geq 90^\circ$ [3]. Mekanisme *self-cleaning* hidrofobik juga dikenal sebagai efek lotus disebabkan oleh kekasaran permukaan yang mempengaruhi tingginya hidrofobitas permukaan. Ketika material hidrofobik terkena air, tetesan air segera berguling dan dengan mudah mengambil partikel kotoran yang berada di atas permukaan material hidrofobik. Kotoran akan ikut mengalir jatuh bersama tetesan air, sehingga material hidrofobik dapat menjaga permukaannya tetap bersih [1]. Manfaat lain material hidrofobik adalah material hidrofobik dapat digunakan sebagai *anti-fouling*, *anti-icing* dan antibakteri.

Salah satu cara menambahkan fungsi *self-cleaning* pada kain katun adalah melapisinya dengan biopolimer berbasis nanokomposit anorganik-organik dengan biokompabilitas dan biodegradabilitas yang tinggi. Salah satu kandidat yang tepat menjadi aplikasi sifat *self-cleaning* pada permukaan material yaitu, kitosan dan ZnO.

Kitosan termasuk polisakarida alami. Nanopartikel kitosan merupakan bahan yang menjanjikan karena relatif stabil, tahan panas, dispersibel, kemudahan ukuran partikelnya dikendalikan, memiliki ketahanan terhadap air yang baik dan hidrofobik. [4]. Nanokomposit kitosan-senyawa anorganik dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kekuatan mekanik tekstil yang lemah, antibakteri, adsorpsi, *drug delivery* dalam tubuh, dan lain-lain [5]. Penggabungan antara kitosan dengan senyawa anorganik oksida logam salah satunya seperti ZnO akan meningkatkan ketahanan abrasi kitosan pada kain [6].

ZnO adalah nanopartikel oksida logam yang memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah struktur kimia stabil, tidak beracun, dan mudah disintesis. ZnO juga memiliki kemampuan membentuk spesies oksigen reaktif dengan adanya sumber cahaya yang sesuai dapat diaplikasikan dalam industri tekstil multifungsi. Nanopartikel oksida logam ZnO banyak digunakan sebagai *coating agent* pada kain untuk menambah fungsi kain seperti

UV-blocking [1], antibakteri [7], retardasi api dan *self-cleaning* [2]. ZnO dapat menjadi kandidat agen *self-cleaning* pada kain katun karena ZnO memiliki sifat fotokatalitik [8], hidrofobik [9] dan juga hidrofilik [10].

Telah banyak dilakukan penelitian terkait modifikasi tekstil menjadi bahan yang bersifat hidrofobik menggunakan komposit dari polimer organik seperti kitosan dan material anorganik ZnO. Contohnya, penelitian Sulaeman dkk [11] membahas pemanfaatan kitosan/TiO₂ sebagai agen *self-cleaning* pada kain karpet dan agen hidrofobik untuk kain katun [12]. Penelitian lain dari Pradipta dkk [13] menjelaskan pembuatan kitosan-SiO₂ dengan metode sol-gel sebagai agen hidrofobik pada kain rayon. Penelitian Mulyawan dkk [14] juga membahas peningkatan sifat hidrofobik pada kain kapas dengan suspensi ZnO dan asam stearat selain itu, penelitian Rilda dkk mengenai pembuatan tekstil superhidrofobik berlapis ZnO-SiO₂ dengan modifikasi heksametildisiloksan sebagai antibakteri [15]. Berdasarkan penelitian sebelumnya komposit kitosan dan ZnO dapat digunakan sebagai agen hidrofobik dalam pelapisan pada kain katun.

Penelitian ini mengkaji tentang pembuatan tekstil *self-cleaning* dan pengaplikasiannya sebagai agen hirofobik pada kain katun dengan memanfaatkan nanopartikel komposit berbasis polimer alam dan zat anorganik, yaitu kitosan dan ZnO. Pembuatan komposit kitosan-ZnO menggunakan metode sol-gel. Komposit kitosan-ZnO dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR dan XRD.

METODE PENELITIAN

Bahan

Kain katun 5 cm x 6 cm, asam asetat glasial 100% Merck, aquades, etanol p.a. 99,5%, serbuk *Zinc acetate dihydrate* dan asam klorida 0,1 M.

Alat

Gelas ukur, spatula, gelas kimia, magnetik stirer, spatula, pinset, pipet tetes, pipet volume, pro pipet, buret, termometer, oven listrik (Daihan Labtech), *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) (Shimadzu 8400S), *X-ray Diffraction* (XRD) (Shimadzu XD610), tanur (Vulcan D550) dan kamera SLR (Canon 600d).

PROSEDUR PENELITIAN

Pembuatan Larutan Kitosan 1%

Serbuk kitosan sebanyak 1 gram dilarutkan dalam 100 mL asam asetat 2%. Larutan dihomogenkan dengan *stirrer* pada suhu ruang hingga didapatkan kitosan 1% berwarna bening kekuningan [16].

Pembuatan Sol ZnO

Pembuatan sol ZnO menggunakan metode sol-gel. Sebanyak 3,29 gram *zinc acetate* ditambahkan 50 ml etanol etanol p.a. 99,5%. Larutan dihomogenkan di atas *stirrer* selama 5 menit dan pada suhu 50°C.

Larutan tak berwarna yang dihasilkan selanjutnya ditambahkan campuran dari 0,26 mL aquades, 1,58 mL dietanolamin dan 5 mL etanol p.a. 99,5% secara perlahan tetes demi tetes sambil terus diaduk menggunakan *stirrer*. Larutan dihomogenkan dengan *stirrer* selama 2 jam pada suhu ruang. Langkah terakhir, larutan harus didiamkan selama 24 jam pada kondisi ambien agar terbentuk sol ZnO [17].

Sintesis Komposit Kitosan-ZnO

Pembuatan komposit kitosan-ZnO dengan metode sol-gel. Volume sol kitosan dan ZnO divariasi dengan perbandingan 7:3 6:4 5:5 4:6 dan 3:7. Kemudian, larutan dipanaskan pada suhu 50°C selama 60 menit sampai larutan jernih dan homogen hingga terbentuk sol komposit kitosan-ZnO.

Preparasi dan Pelapisan Kain Katun

Kain katun dipotong dengan ukuran 5x6 cm, selanjutnya dicelupkan pada larutan etanol juga aquades. Kain katun dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C. Setelah, kering kain katun direndam dalam komposit kitosan-ZnO dengan perbandingan variasi volume sebesar 7:3 6:4 5:5 4:6 dan 3:7 selama 5 menit. Langkah terakhir yaitu mengeringkan kain katun yang telah terlapisi komposit dalam oven pada suhu 50°C.

Uji Sifat Hidrofobik

Metode yang digunakan dalam pengujian hidrofobisitas adalah *water contact angle* (WCA) yang didasarkan kepada besar kecilnya sudut kontak air [17]. Kain katun yang telah

dipreparasi sebelumnya ditetaskan 1 tetes air dari pipet tetes pada jarak ± 5 cm. Sudut kontak air yang terbentuk, selanjutnya difoto menggunakan kamera SLR Canon 600 dan dihitung sudut kontak airnya dengan aplikasi *autocad* [17].

Identifikasi Gugus Fungsional

Identifikasi gugus fungsional komposit kitosan-ZnO menggunakan instrumen FTIR [18]. Komposit kitosan-ZnO di tanur pada suhu 250°C dalam jangka waktu 60 menit sehingga sampel komposit kitosan-ZnO menjadi kering. Kemudian sampel dihaluskan agar menjadi serbuk. Komposit kitosan-ZnO yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan instrumen FTIR.

Analisis XRD (X-ray Diffraction)

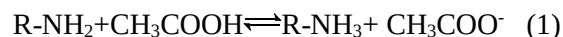
Pengujian XRD bertujuan mengetahui kristalinitas melalui perbandingan jarak dan intensitas puncak difraksi dengan data yang ada di literatur komposit kitosan-ZnO [19]. Komposit kitosan-ZnO di tanur pada suhu 250°C dalam jangka waktu 60 menit sehingga sampel komposit kitosan-ZnO menjadi kering. Kemudian sampel dihaluskan agar menjadi serbuk. Komposit kitosan-ZnO yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan instrumen XRD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Kitosan 1 %

Sebanyak 1 gram serbuk kitosan dilarutkan dalam 100 mL larutan asam asetat 2% yang berupa larutan tak berwarna. Asam asetat berfungsi sebagai pelarut kitosan karena mengandung gugus karboksil sementara kitosan mengandung gugus amina. Ikatan hidrogen antara kedua gugus tersebut memudahkan kitosan larut dalam asam asetat. Ketika kitosan dilarutkan kedalam asam asetat terjadi reaksi protonasi yang menghasilkan garam amina pada gugus kitosan [16].

Hasil yang diperoleh berupa larutan kitosan berwarna jernih kekuningan. Persamaan reaksi pembuatan sol kitosan disajikan pada reaksi (1).



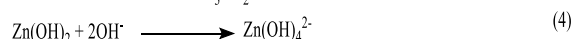
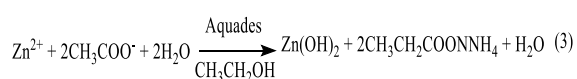
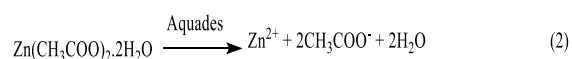
Pembuatan Sol ZnO

Sebanyak 3,29 gram *zinc acetate* ditambahkan 50 mL etanol p.a 99,5% dan

dihomogenkan dengan menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 650 rpm selama 5 menit pada temperatur 50°C. Selama proses pengadukan *zinc acetate* akan mengalami hidrolisis oleh etanol.

Langkah kedua, larutan *zinc acetate* ditambahkan campuran 0,26 mL aquades, 1,58 mL dietanolamin dan 5 mL etanol. Larutan campuran ditambahkan ke dalam larutan *zinc acetate* dan etanol secara tetes demi tetes sambil terus dihomogenkan menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 650 rpm pada suhu ruang selama 2 jam untuk menghomogenkan sehingga didapatkan sol ZnO. Tujuan dari penambahan larutan campuran yang berupa campuran dari aquades, dietanolamin dan etanol adalah sebagai katalis.

Langkah selanjutnya adalah larutan didiamkan selama 24 jam agar terjadi reaksi kondensasi. Reaksi pendinginan ini memungkinkan sol yang terbentuk akan berubah jadi gel ZnO dengan kerapatan massa lebih besar dibandingkan solnya sehingga dapat membentuk kristal logam oksida. Reaksi kondensasi melibatkan ligan hidroksil untuk menghasilkan polimer dengan untuk menghasilkan polimer dengan ikatan -Zn-O-Zn-. Pada peristiwa ini akan dihasilkan produk samping berupa air atau alkohol [17]. Reaksi yang terjadi dalam sintesis ZnO disajikan seperti persamaan nomor (2) sampai dengan nomor (5).



Sintesis Komposit Kitosan-ZnO

Sintesis komposit Kitosan-ZnO dilakukan dengan metode sol gel dimana volume sol kitosan dan sol ZnO dibuat perbandingan 10:0 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7 dan 0:10. Kemudian dipanaskan pada suhu 50°C selama 1 jam sampai larutan jernih dan homogen hingga terbentuk sol komposit kitosan-ZnO.

Preparasi dan Pelapisan Kain

Kain katun yang akan dilapisi terlebih dahulu harus dipotong dengan ukuran 5x6 cm dan dipreparasi agar kain bersih dari kotoran yang menempel. Kain katun berukuran 5x6 cm dicelupkan pada larutan etanol. Proses pencucian kain menggunakan larutan etanol yang berfungsi untuk menghilangkan pengotor seperti bekas kotoran hasil pemotongan kain. Proses ini juga dapat mensterilkan permukaan kain dari bakteri yang dapat mengganggu proses pelapisan. Kain katun juga dicelupkan pada aquades bertujuan untuk membersihkan kain dari kotoran-kotoran agar tidak mengganggu proses pelapisan pada permukaan kain. Kain katun dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C agar etanol dan air menguap membawa kotoran yang menempel pada permukaan kain [20].

Pelapisan kain katun dengan komposit kitosan-ZnO dengan perbandingan volume kitosan dan sol ZnO yaitu 7:3, 6:4, 5:5, 4:6 dan 3:7 menggunakan metode *dip-coating*. Kain katun yang telah dipreparasi pada komposit kitosan-ZnO dan didiamkan 5 menit agar meresap, selanjutnya kain dikeringkan dalam oven selama 5 jam pada suhu 50°C. Langkah terakhir, kain yang telah kering didinginkan dan diperoleh hasil berupa kain terlapisi komposit kitosan-ZnO.

Uji Sifat Hidrofobik

Metode yang digunakan dalam uji hidrofobisitas kain katun terlapisi komposit kitosan-ZnO adalah metode *water contact angle* (WCA). Metode WCA didasarkan pengukuran sudut kontak pada permukaan kain yang telah terlapisi dengan komposit kitosan-ZnO. Tekstil hidrofobik memiliki sudut kontak air $\geq 90^\circ$. sedangkan, jika sudut kontak air $< 90^\circ$ tekstil dapat diklasifikasikan sebagai hidrofilik [3]. Hasil pengukuran sudut kontak diamati pada kain katun yang telah terlapisi komposit kitosan-ZnO dengan perbandingan volume kitosan dan sol ZnO yaitu 7:3, 6:4, 5:5, 4:6 dan 3:7 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil dari Uji Hidrofobik Kain Katun Terlapisi Komposit Kitosan-ZnO.

No.	Kitosan : ZnO	Sifat Hidrofobik	Sudut Kontak
-----	------------------	---------------------	-----------------

1.	7:3		131°
2.	6:4		121°
3.	5:5		101°
4.	4:6		92°
5.	3:7		82°

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui apabila kain katun terlapis komposit kitosan-ZnO dengan perbandingan 7:3, 6:4, 5:5, 4:6 dan 3:7 berturut-turut memiliki sudut 131°, 121°, 101°, 92° dan 82° pada kain terlapis komposit kitosan-ZnO dengan perbandingan 7:3; 6:4; 5:5; 4:6 telah bersifat hidrofobik karena dari pengukuran *water contact angel* (WCA) didapatkan sudut kontak air yang lebih dari 90° [3]. Semakin tinggi sudut kontak air maka semakin hidrofobik kain [21].

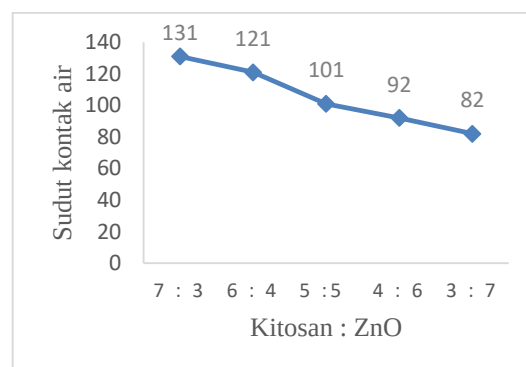
Sudut kontak air dipengaruhi oleh tingkat kekasaran permukaan, kain dengan sudut kontak air tinggi memiliki kekasaran permukaan kain tinggi, karena hidrofobisitas permukaan tinggi, tetesan air segera berguling dan dengan mudah mengambil partikel kotoran yang menempel dengan itu [1]. Selain itu, dipengaruhi oleh gaya kohesi. Ketika gaya kohesif cairan lebih besar daripada gaya interaksi air dengan permukaan menyebabkan permukaan kain katun menjadi hidrofobik [22]. Tegangan permukaan juga menjadi faktor yang mempengaruhi sudut kotak air, ketika permukaan antarmuka padat-cair dan padat-uap ketegangan sedikit meningkat karena peningkatan luas permukaan kasar, tegangan permukaan antarmuka cair-udara tetap sama. Oleh karena itu, sudut kontak yang lebih besar dibuat untuk menyeimbangkan peningkatan tegangan permukaan [23].

Hidrofobisitas juga dapat dipengaruhi oleh komposit senyawa kimia yang melapisi kain katun. Pada penelitian ini digunakan komposit kitosan-ZnO karena penggabungan kitosan dan senyawa anorganik dalam bentuk nanopartikel akan meningkatkan kekuatan mekanik tekstil yang lemah [24]. Penggabungan antara kitosan dengan senyawa anorganik oksida logam salah satunya seperti ZnO akan meningkatkan ketahanan abrasi kitosan pada kain [6]. Karena

sifat dari kitosan memiliki ketahanan terhadap air yang baik dan hidrofobik [9]. Pada struktur kitosan terdapat gugus bermuatan positif yaitu gugus amina juga terdapat gugus bermuatan negatif yaitu gugus hidroksil sehingga dapat terjadi ikatan ionik yang kuat menyebabkan kitosan dapat bersifat hidrofobik. Keberadaan gugus karboksil dalam kitosan juga dapat mengakibatkan melemahnya sifat hidrofilik [25]. Gugus amina pada kitosan dapat mengikat Zn membentuk ikatan N-Zn dengan ZnO.

ZnO memiliki sifat yang sesuai untuk menjadi kandidat agen *self-cleaning* pada kain katun karena ZnO memiliki sifat hidrofobik [9]. Ikatan Zn-O-Zn yang dapat mempengaruhi sifat hidrofobik komposit kitosan-ZnO [17]. ZnO juga memiliki fungsi lain, sintesis dan pelapisan nanopartikel ZnO pada tekstil bermanfaat juga untuk memberikan fungsi perlindungan UV dan aktivitas antibakteri [7]. ZnO bersifat hidrofobik di saat gelap dan bersifat hidrofilik di saat terang [17].

Tabel 1. menunjukkan adanya perbedaan sudut kontak yang disajikan dalam grafik pada Gambar 1.

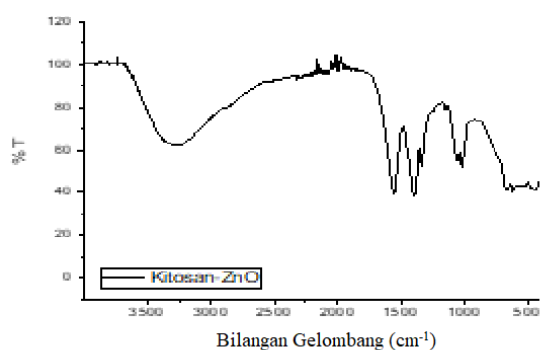


Gambar 1. Grafik Perbandingan Sudut Kontak pada Kain Terlapis Komposit Kitosan-ZnO.

Pada Gambar 1 sudut kontak tertinggi didapatkan pada kain terlapis komposit kitosan-ZnO dengan perbandingan 7:3 sebesar 131° dan sudut kontak air terendah didapatkan pada kain terlapis komposit kitosan-ZnO dengan perbandingan 3:7 sebesar 82° dan diklasifikasikan sebagai hidrofilik dikarenakan sudut kontak air < 90° [3]. Grafik Gambar 1 menjelaskan apabila semakin banyak ZnO yang ditambahkan maka semakin kecil hidrofobisitasnya, hal ini disebabkan

Permukaan ZnO umumnya hidrofilik [10]. Namun, Sifat hidrofilik ZnO dapat diubah menjadi hidrofobik melalui beberapa pendekatan. Pertama, menggunakan penerangan UV dan penyimpanan gelap jangka panjang (atau pemanasan) adalah metode sederhana untuk hidrofilik & hidrofobik transisi. Kedua, doping dan *co-doping* dapat digunakan untuk mengubah *wettability* permukaan ZnO dari hidrofilik ke hidrofobik. Contohnya Na, La, Pb, Mg, (Pb–Mg) [10].

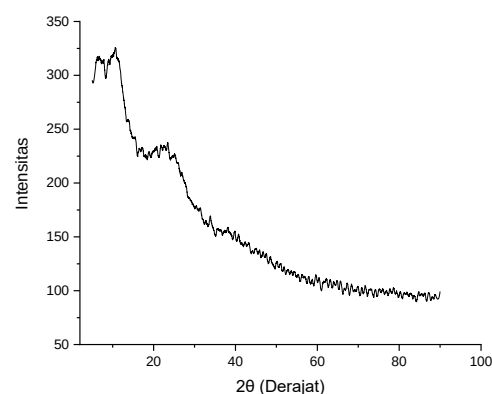
Identifikasi Gugus Fungsional



Gambar 2. Spektra FTIR Komposit Kitosan-ZnO.

Spektra FTIR pada Gambar 2 menunjukkan sintesis dari komposit kitosan-ZnO telah berhasil dilaksanakan, hal ini didukung adanya puncak pada bilangan gelombang 1556 cm^{-1} menunjukkan adanya *stretching* gugus C=O [18], selanjutnya terlihat juga puncak serapan yang menunjukkan adanya gugus C-N yaitu pada 1397 cm^{-1} dan 1338 cm^{-1} , sesuai dengan *range* bilangan gelombang gugus C-N yaitu $1420\text{--}1380\text{ cm}^{-1}$ [18]. Puncak bilangan gelombang juga muncul sekitar 3242 cm^{-1} yang diakibatkan regangan (*stretching*) aksial dari ikatan gugus –O-H dan N-H sesuai dalam *range* diakibatkan regangan (*stretching*) aksial dari ikatan gugus –O-H dan N-H yaitu sekitar 3450 cm^{-1} yang tampak seperti pita kiat dan lebar [18]. Spektra juga menunjukkan adanya interaksi antara kitosan dengan ZnO ditunjukkan regangan (*stretching*) gugus C-O-C pada bilangan gelombang 1019 cm^{-1} dan 1052 cm^{-1} [18], dan adanya serapan gugus O-Zn-O pada bilangan gelombang 425 cm^{-1} [18].

Analisis XRD (X-ray Diffraction)



Gambar 3. Difraktogram Komposit Kitosan-ZnO

Hasil analisis Difraksi Sinar X pada Gambar 3 menunjukkan apabila komposit kitosan-ZnO berhasil dibuat ditunjukkan adanya puncak pada 2θ $37,1^\circ$, $46,82^\circ$ dan $68,31^\circ$ disebabkan oleh adanya fasa kristalin nanopartikel ZnO. Hal ini didukung oleh Zhu dkk [26] menyatakan bahwa fasa kristalin ZnO ditunjukkan pada puncak $34,35^\circ$, $36,14^\circ$, $47,28^\circ$, $56,53^\circ$, $62,70^\circ$ dan $67,77^\circ$. Pada Gambar 3 juga dapat dianalisis adanya puncak 2θ pada $10,6^\circ$ dan $21,8^\circ$ yang merupakan puncak karakteristik kitosan [26]. Struktur fisik komposit kitosan-ZnO berbentuk Kristal karena adanya puncak difraksi kuat disekitar 2θ 10° [19].

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian disimpulkan apabila komposit kitosan-ZnO berhasil dibuat menggunakan metode sol-gel dengan variasi volume kitosan:ZnO. Kain katun terlapisi komposit kitosan-ZnO memiliki sifat yang berbeda-beda karena adanya perbedaan volume kitosan:ZnO. Pengukuran hidrofobisitas pada kain menggunakan metode WCA (*water contact angle*) berdasarkan pada besarnya sudut kontak air, dan dihasilkan sudut kontak tertinggi pada variasi kitosan:ZnO sebesar 7:3 didapatkan sudut kontak air 131° . Komposit kitosan-ZnO dikarakterisasi menggunakan instrument FTIR dan XRD. Hasil FTIR menunjukkan adanya interaksi kitosan dengan ZnO, hal ini didukung adanya gugus C=O yang teramati pada bilangan gelombang 1556 cm^{-1} , gugus C-N tampak pada bilangan gelombang

1397 cm^{-1} dan 1338 cm^{-1} , gugus -OH dan -NH terdeteksi pada 3242 cm^{-1} , ikatan O-Zn-O teridentifikasi di bilangan gelombang 425 cm^{-1} dan juga ikatan -C-O-C- antara gugus kitosan dengan ZnO terlihat pada bilangan gelombang 1019 cm^{-1} dan 1052 cm^{-1} . Hasil XRD menunjukkan puncak 2θ 37,1°, 46,82° dan 68,31° menunjukkan adanya fasa kristalin nanopartikel ZnO serta puncak karakteristik kitosan pada 2θ 10,6° dan 21,8°. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa komposit kitosan-ZnO telah berhasil disintesis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dr. Amaria, M.Si. dan Dr. Pirim Setiarso, M.Si. selaku *reviewer* yang telah memberi masukan kepada peneliti, serta Ibu Vera Dessy Noevita, S.Pd. selaku laboran di Jurusan Kimia FMIPA Unesa yang telah membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Thi, V. H., & Lee, B.-K. (2017). Development of multifunctional self-cleaning and UV blocking cotton fabric with modification of photoactive ZnO coating via microwave method. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 338, 13-22.
- Türemen, M., Demir, A., & Gokce, Y. (2021). The synthesis and application of chitosan coated ZnO nanorods for multifunctional cotton fabrics. *Elsevier : Materials Chemistry and Physics* 268, 1 - 10.
- Rilda, Y., Safitri, A. R., Agustien, A., Nazir, N., Syafiuddin, A., & Nur, H. (2017). Enhancement of Antibacterial Capability of Cotton Textiles Coated with TiO₂-SiO₂/Chitosan Using Hydrophobization. *Journal of the Chinese Chemical Society* Vol. 64, No.11, 1347-1353.
- Victor, R. d., Santos, A. M., Sousa, B. V., Neves, G. d., Santana, L. N., & Menezes, R. R. (2020). A Review on Chitosan's Uses as Biomaterial: Tissue Engineering, Drug Delivery Systems and Cancer Treatment. *Materials* 4995 (13), 1-71.
- Maharani, D. K., & Hidayah, R. (2015). Preparasi dan karakterisasi komposit kotosan-ZnO/Al₂O₃. *Molekul*, 10(1), 9-18.
- Hidayah, B. I., Damajanti, N., & Puspawiningtiyas, E. (2015). Pembuatan Biodegradable Film dari Pati Biji Nangka (*Artocarpus hetrophyllus*) dengan Penambahan Kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Yogyakarta : Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia B8, 1-8.
- Karthik, S., Siva, P., Balu, K. S., Suriyaprabha, R., Rajendran, V., & Maaza, M. (2017). *Acalypha indica*-mediated green synthesis of ZnO nanostructures under differential thermal treatment: Effect on textile coating, hydrophobicity, UV resistance, and antibacterial activity. *Advanced Powder Technology* Vol. 28, No. 12, 1-11.
- Permata, D. G., Diantariani, N. P., & Widihati, I. A. (2016). Degradasi Fotokatalitik Fenol menggunakan Fotokatalis ZnO dan Sinar UV. *JURNAL KIMIA* 10, 263 - 269.
- Mardosaitė, R., Jurkevičiūtė, A., & Račkauskas, S. (2021). Superhydrophobic ZnO Nanowires: Wettability Mechanisms and Functional Applications. *Crystal Growth & Design* Vol.21, 4765-4779.
- Shaban, M., Zayed, M., & Hamdy, H. (2017). Nanostructured ZnO thin films for self-cleaning applications. *RSC Advances* Vol.7, 617-631.
- Sulaeman, M. I., Ibadurrohman, M., & Slamet. (2019). Modification of Synthetic Carpet Using Chitosan-Titania Nanocomposite for Self-Cleaning Purposes, *AIP Publishing*, 2175, 1 - 7.
- Raeisi, M., Kazerouni, Y., Mohammadi, A., Hashemi, M., Hejazi, I., Sefyi, J., Khonakdar, H. A., & Davachi, S. M. (2021). Superhydrophobic cotton fabrics coated by chitosan and titanium dioxide nanoparticles with enhanced antibacterial and UV-protecting properties. *International Journal of Biological Macromolecules* Vol. 171, 158-165.
- Pradipta, A. S., Mulyani, W. E., & Purwasasmita, B. S. (2017). Synthesis of Hydrophobic Viscose Rayon Fiber Using

- Nanorod Silica and Chitosan as Surface Modifier. *Materials Science Forum* Vol. 909, 255-260.
14. Mulyawan, A. S., Nugraha, J., Wijayanti, R. B., Sana, A. W., & Sugiyana, D. (2019). Studi Peningkatan Sifat Tahan Air Kain Kapas dengan Modifikasi Teknik Coating menggunakan Suspensi ZnO dan Asam Stearat. *Arena Tekstil* Vol. 34, No. 1, 35-40.
15. Rilda, Y., Safitri, R., Putri, Y. E., Refinel, Agustien, A., Leaw, W. L., & Nur, H. (2018). Hexamethyldisiloxane-modified ZnO-SiO₂-coated Superhydrophobic Textiles for Antibacterial Application. *Journal Of The Chinese Chemical Society*, 66 (6), 1 - 6 .
16. Noralia, E., & Maharani, D. K. (2013). Filtrasi Ion Logam Cr⁶⁺ dengan Membran Komposit Kitosan Silika. *UNESA Journal of Chemistry* Vol. 2, No. 1, 24 – 28.
17. Rofi', S. N., & Maharani, D. K. (2020). Sintesis dan karakterisasi ZnO untuk aplikasi sifat hidrofobik pada kaca. *UNESA Journal of Chemistry* Vol.9, No.1, 111 - 115.
18. John, S., Joseph, A., A. J., & Narayana, B. (2015). Enhancement of corrosion protection of mild steel by chitosan/ZnO nanoparticle composite membranes. *Progress in Organic Coatings* 84, 28 - 34.
19. Fatoni, A., Afrizal, M. A., Rasyad, A. A., & Hidayati, N. (2021). ZnO Nanoparticles and its Interaction with Chitosan: Profile Spectra and Their Activity Against Bacterial. *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)*, Vol. 6, No. 2, 216-227.
20. Siregar, A. M., Harahap, M. H., & Ritonga, W. (2011). preparasi dan karakterisasi lapisan tipis TiO₂ pada permukaan logam dan kaca menggunakan metode sol-gel. *Jurnal Penelitian Sainika* Vol.11, No.2 , 67 – 75.
21. Miftahussyahro, & Maharani, D. K. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Komposit TiO₂/SiO₂ untuk Aplikasi Sifat Hidrofobik pada Kaca. *UNESA Journal of Chemistry* Vol. 9, No. 2, 156-161.
22. Haya, F. D., Sulhadi, & M., P. (2017). Pembuatan SEMAK (Semprotan Anti Keruh) sebagai Alternatif Lapisan pada Kaca Mata. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika* Vol.2, No.1, 12 -16.
23. Jeevahan, J., Chandrasekaran, M., Joseph, G. B., Durairaj, R. B., & Mageshwaran, G. (2018). Superhydrophobic surfaces: a review on fundamentals, applications, and challenges. *Journal of Coatings Technology and Research* 15(2), 231 – 250.
24. Qiu, B., Xu, X.-f., Deng, R.-h., Xia, G.-q., Shang, X.-f., & Zhou, P.-h. (2018). Construction of chitosan/ZnO nanocomposite film by in situ precipitation. *International Journal of Biological Macromolecules* Vol.122, 82-87
25. Anward, G., Hidayat, Y., & Rokhati, N. (2013). Pengaruh Konsentrasi serta Penambahan Gliserol terhadap Karakteristik Film Alginat dan Kitosan. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri* Vol.2, No.3, 51 - 56.
26. Zhu, H., Jiang, R., Fu, Y., Guan, Y., Yao, J., Xiao, L., & Zeng, G. (2012). Effective photocatalytic decolorization of methyl orange utilizing TiO₂/ZnO/chitosan nanocomposite films under simulated solar irradiation. *Desalination* 286, 41-48.