

Preparasi dan Karakterisasi Komposit Kitosan-TiO₂/ZnO Sebagai Agen Hidrofobik dan Antibakteri pada Kain Katun

Preparation and Characterization of Chitosan-TiO₂/ZnO Composite as Hydrophobic and Antibacterial Agent in Cotton Fabric

Nur Lailiyah, Kayla Naulia Fadhila, Novita Indah Ramadhani, Dina Kartika Maharani*
Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Surabaya
Jln. Ketintang, Surabaya 60231

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat material komposit baru berbasis polimer alam dan material anorganik dan aplikasinya pada bidang industri tekstil terutama pada masker kain yang bersifat waterproof dan anti bakteri melalui proses pelapisan kain. Data yang didapatkan dari penelitian ini secara umum terdiri dari data kualitatif dan kuantitatif. Analisis dilakukan secara deskriptif kualitatif. Komposit kitosan-TiO₂/ZnO dipreparasi dari larutan kitosan yang dicampurkan dengan TiO₂ dan ZnO menggunakan metode sol-gel. Komposit kitosan-TiO₂/ZnO dilapiskan pada kain menggunakan metode dip-coating dengan variasi volume TiO₂/ZnO 7:3; 6:4; 5:5; 4:6; dan 3:7. Uji hidrofobisitas (Sifat waterproof) dengan menggunakan pengukuran WCA (water contact angle) diperoleh sudut kontak tertinggi pada komposit kitosan-TiO₂/ZnO dengan perbandingan 7:3 sebesar 153o, selanjutnya komposit tersebut dikarakterisasi dengan menggunakan XRD dan FTIR hasil FTIR menunjukkan adanya interaksi kitosan dengan TiO₂ dan ZnO yang ditandai dengan adanya bilangan gelombang pada daerah 850 cm⁻¹, 1336 cm⁻¹ dan 1027cm⁻¹. Hasil karakterisasi XRD dihasilkan puncak pada 25; 34,27; 48,5; 52; 62 dan 68° menunjukkan adanya TiO₂ dan ZnO serta Puncak karakteristik kitosan berkisar antara 10,1° dan 20,2°, hal ini menunjukkan komposit kitosan-TiO₂/ZnO memiliki kristalinitas yang tinggi. selain itu diuji antibakteri dengan bakteri *Staphylococcus aureus* didapatkan diameter zona bening terbesar yakni dengan variasi 7:3 sebesar 11,3 mm.

Kata Kunci: Komposit, kitosan-TiO₂/ZnO, hidrofobik, antibakteri, kain katun

ABSTRACT

*This study purposed to create new composite materials based on natural polymers and inorganic materials that can be applied to the textile industry, especially in fabric masks that are waterproof and anti-bacterial through the fabric coating process. The data obtained from this research generally consists of qualitative and quantitative data. Data analysis was carried out in a qualitative descriptive methodes. Chitosan-TiO₂/ZnO composites were made from chitosan solution mixed with TiO₂ and ZnO using the sol-gel method. Chitosan-TiO₂/ZnO composites were coated on the fabric using the dip-coating method with variations in the volume of TiO₂/ZnO 7:3; 6:4; 5:5; 4:6; and 3:7. Hydrophobicity test (waterproof character) using WCA (water contact angle) measurements obtained the highest contact angle on the chitosan-TiO₂/ZnO composite with a ratio of 7:3 of 153o, then the composite was characterized using XRD and FTIR, FTIR results showed the interaction of chitosan with TiO₂ and ZnO which was indicated by the presence of wave numbers in the area of 850 cm⁻¹, 1336 cm⁻¹ and 1027cm⁻¹. The results of XRD characterization showed peaks at 34,27o, 62o, 68o, 25o,48,5o and 52o indicating the presence of TiO₂ and ZnO and the characteristic peaks of chitosan ranged between 10.1o and 20.2o, this indicates the chitosan-TiO₂/ZnO composite has high crystallinity. besides being tested for the antibacterial test with *Staphylococcus aureus* bacteria obtained the largest clear zone diameter with a variation of 7:3 of 11.3 mm.*

Key Words: composite, chitosan-TiO₂/ZnO, hydrophobic, antibacterial, cotton fabric

PENDAHULUAN

Perkembangan nanokomposit polimer organik dan material anorganik sangat diminati peneliti beberapa tahun terakhir dikarenakan mempunyai kinerja yang lebih baik dari pada komposit organik atau komposit anorganik. Telah banyak pemanfaatan nanokomposit polimer organik dan material anorganik pada berbagai bidang antara lain pada industri plastik, serat, pelapisan, kain dan industri lainnya untuk meningkatkan kekakuan maupun kelenturan dari suatu bahan

(He, 2002). Selain itu juga sebagai antibakteri (Zukhrufia, 2015).

Beberapa penelitian terdahulu yang membahas nanokomposit polimer alam dan material anorganik telah dilakukan diantaranya penelitian Saxena, et al mengenai sintesis dan aplikasi komposit kitosan- SiO₂ menjadi biosensor glukosa (Saxena A, 2008). Selain itu penelitian tentang sintesis dan aplikasi komposit kitosan-paladium-SiO₂ sebagai katalis hidrogenasi asetofenon (Sun, 2007), kemudian Mahltig, et al membahas aplikasi kitosan- SiO₂ sebagai coating pada tekstil sebagai

*Alamat korespondensi:
dinakartika@unesa.ac.id

agen antibakteri yang stabil terhadap proses mencuci (Mahltig, 2005), Penelitian sun (2007) mengenai sintesis komposit AgSiO₂-TiO₂ dengan metode sol gel dan aplikasinya sebagai agen antibakteri pada polimer (Sun, 2007), selain itu penelitian Ririn Setiyani dan Dina kartika maharani mengenai aplikasi komposit kitosan ZnO/SiO₂ sebagai antibakteri pada kain (Maharani, 2015). Sehingga dapat diketahui bahwa penelitian mengenai sintesis komposit pada berbagai aplikasi menunjukkan kinerja yang lebih unggul. Nanokomposit kitosan-TiO₂/ZnO merupakan material komposit dengan kombinasi kitosan, nanopartikel ZnO dan TiO₂ yang dipreparasi dengan metode sol gel dan aplikasinya sebagai bahan antibakteri pada tekstil.

Menurut Guibal (2005) pada sintesis kitosan-Pt/SiO₂ Kitosan memiliki stuktur lapisan pada partikel oksida anorganik, selain itu kitosan berfungsi sebagai penghambat agglomerasi SiO₂ dan peningkatan stabilitas kimia pada komposit kitosan-Pt/SiO₂ (Guibal, 2005), peningkatan ketahanan abrasi kitosan pada kain dilakukan dengan menggabungkan polimer organik kitosan dengan material anorganik seperti SiO₂, ZnO atau TiO₂ (Farouk, 2012).

Material TiO₂ sudah sangat luas diaplikasikan dalam berbagai aspek menurut penelitian Qilin et al menyebutkan TiO₂ dapat menghambat perkembangan bakteri gram positif dan negatif dalam kondisi kurang cahaya (gelap) maupun terang, aktivitas antibakteri TiO₂ dipengaruhi pembentukan hidrosil radikal bebas dan peroksida pada sinar UV A secara fotokatalitik dengan jalur oksidasi dan reduksi ketika kondisi terang.

Material ZnO memiliki sifat fotokatalitik, sifat anti UV, sifat antibakteri, sifat semikonduktor sehingga dapat diaplikasikan luas salah satunya sebagai agen pelapis tekstil yang aman bagi manusia (Becheri, 2008), material ZnO dapat berinteraksi dengan permukaan biopolimer seperti kitosan, selulosa dan lainnya karena memiliki potensial zeta positif sehingga dapat meningkatkan kekuatan mekanik dari biomaterial (Saxena A, 2008).

Biopolimer organik seperti kitosan telah banyak dibahas dalam kajian komposit. Kitosan termasuk turunan deasetilasi kitin dan jenis polisakarida dengan jumlah terbesar kedua setelah selulosa di alam (Fouda, 2005). Kitosan bersifat mudah terurai, biocompatible, tidak bersifat toksik, dapat membentuk lapis tipis dan mampu mengadsorpsi (Al Sagheer, 2010). Selain itu, kitosan menunjukkan adanya gugus fungsional amina yang memiliki

kemampuan sebagai antibakteri dengan biaya produksi yang tidak besar (Farouk, 2012).

Dilihat dari besarnya potensi partikel biopolimer kitosan, TiO₂ serta ZnO maka penelitian mengenai material nanokomposit berbasis biopolimer kitosan, TiO₂ serta ZnO ini menjadi sangat perlu untuk dikembangkan dan diteliti lebih lanjut. Oleh karena itu penggunaan kitosan sebagai agen pelapis pada kain katun sangat menguntungkan untuk dilakukan.

Kain katun memiliki karakteristik nyaman digunakan sehingga dapat diaplikasikan sebagai masker pelindung wajah yang berfungsi sebagai penyaring partikel, virus dan bakteri pada hidung dan mulut. Masker kain memiliki keuntungan dapat dicuci dan dipakai berulang kali. Akan tetapi masker kain mudah lembab menyebabkan bakteri berkembang biak, oleh karena itu masker harus dijaga agar tidak lembab dari droplet atau dari uap air saat kita bernafas atau faktor lainnya, sehingga masker harus bersifat hidrofobik (waterproof), untuk mengetahui sifat waterproof pada kain dilakukan uji hidrofobik. Uji hidrofobik dilakukan dengan menghitung sudut kontak air pada permukaan suatu kain jika melebihi 90° maka dengan permukaan kain bersifat hidrofobik. Jika sudut >150° kain bersifat superhidrofobik (Anggi Pravita, 2013).

Selain bersifat hidrofobik, masker kain juga diharapkan memiliki sifat antibakteri, Penelitian Farouk (2012) mengenai sintesis dan aplikasi komposit berbasis kitosan dan ZnO dengan crosslink SiO₂ sebagai agen antibakteri, diketahui komposit kitosan nanopartikel ZnO memiliki kemampuan menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* yang meningkat dibandingkan dengan kitosan (Farouk, 2012). Penelitian lain oleh AbdElhady (2012) menyatakan bahwa komposit kitosan-ZnO dapat diaplikasikan sebagai agen antibakteri pada tekstil (AbdElhady, 2012). Selain itu Zuhrofia (2015) membahas mengenai sintesis komposit PVA-TiO₂/SiO₂ sebagai antibakteri yang diaplikasikan pada tekstil sebagai masker kain (Zukhrufia, 2015). Pada penelitian dilakukan uji antibakteri dengan bakteri *Staphylococcus aureus* karena bakteri ini banyak beredar di udara selain itu pada PM, minuman, makanan, lingkungan serta pada kulit, rambut/bulu dan saluran pernafasan manusia maupun hewan (Rahayu, 2014), bakteri *Staphylococcus aureus* menyerang kulit kemerahan sehingga membuat tidak nyaman saat penggunaan masker juga menyerang pernafasan dengan masuk ke saluran pernafasan dan akan menyebabkan berbagai infeksi pernafasan bahkan infeksi paru-paru. Bakteri *Staphylococcus* bisa ditemukan pada saluran pernafasan bagian atas,

kulit, dan mukosa pada manusia (Habib, 2015). Bakteri ini memiliki sifat patogen dapat menimbulkan sejumlah infeksi antara lain: alergi, Faringitis, influenza, sesak nafas, TBC dan pneumonia (Hayleeyesus, 2014).

Dari penelitian diatas maka pada penelitian ini akan dilakukan preparasi komposit Kitosan-TiO₂/ZnO dari larutan kitosan yang dicampurkan TiO₂ dan ZnO menggunakan metode sol-gel. dan dalam aplikasi sebagai agen coating yang memiliki sifat waterproof dan sifat antibakteri pada tekstil. komposit dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dan XRD.

METODE PENELITIAN

Alat-alat yang digunakan adalah gelas kimia, gelas ukur, pengaduk magnetik, spatula, pipet tetes, pipet volume, pro pipet, buret, termometer, stirer. tanur, Fourier Transform Infrared (FT-IR) 8400S/Shimadzu, X-ray Diffraction (XRD), oven, kamera SLR Canon 600d, cawan petri, inkubator, jangka sorong

Bahan-bahan yang digunakan adalah kain 5 cm x 6 cm, TBT (Tetrabutyl Titanate) Sigma-Aldrich 98%, aquades, asam asetat glasial 100% Merck, etanol absolut Sigma-Aldrich 99,5%, dan HCl 0,1 M, Serbuk Zink asetat dihidrat, nutrient agar, nutrient broth, bakteri *Staphylococcus aureus*
Prosedur Penelitian

1. Pembuatan sol TiO₂

TBT (Titanium Butoxide) diukur 5 mL ditambahkan etanol sebanyak 20 mL dalam gelas kimia dan distirer selama 30 menit. Larutan tersebut, ditambahkan campuran (aquades 0,26 mL + asam asetat 3,4 mL + etanol 5 mL) tetes demi tetes (1 tetes/s) dengan pengadukan kuat. Kemudian diaduk dengan stirer selama 1 jam lalu dibiarkan di kondisi suhu ruang selama 24 jam untuk tahap kondensasi, sehingga terbentuk sol TiO₂. Tahap berikutnya yaitu setelah sol TiO₂ mengering, selanjutnya padatan TiO₂ ditumbuk halus lalu di tanur dengan suhu 250 °C selama 2 jam.

2. Pembuatan sol ZnO

Serbuk zink asetat berwarna putih ditimbang sebanyak 3,29 gram dimasukkan dalam gelas kimia ditambahkan 50 mL Etanol tak berwarna kemudian distirer pada suhu 70 °C selama 5 menit dihasilkan larutan tak berwarna kemudian ditambahkan campuran 0,26 mL Aquades ditambahkan 1,58 mL dietanolamin ditambahkan 5 mL etanol yang berupa larutan tak berwarna ditambahkan kedalam larutan yang distirer tetes demi tetes selanjutnya distirer pada suhu ruang selama 2 jam dan dihasilkan Sol ZnO berupa larutan tak berwarna

3. Pembuatan sol kitosan

Serbuk kitosan ditimbang sebanyak 1 gram berwarna putih kekuningan kemudian dimasukkan ditambahkan 100 mL Larutan asam asetat 2% kemudian distirer hingga homogen pada suhu ruang Didapat kan larutan kitosan 1% berwarna bening kekuningan

4. Pembuatan komposit nanopartikel kitosan-TiO₂ / ZnO

Sintesis komposit TiO₂/ ZnO dilakukan dengan metode sol gel dimana sol volume kitosan dibuat konstan yakni 6 mL sedangkan untuk volume sol TiO₂ dan sol ZnO dibuat perbandingan 7:3; 6:4; 5:5; 4:6 dan 3:7. Kemudian dipanaskan pada suhu 50oC selama 60 menit sampai larutan jernih dan homogen hingga terbentuk sol komposit kitosan-TiO₂/ ZnO .

5. Preparasi dan pelapisan kain komposit kitosan-TiO₂ / ZnO

Pada pelapisan Kain, Kain yang telah dipreparasi dicelupkan pada larutan komposit Kitosan- TiO₂/ZnO selama kurang lebih 5 menit kemudian di angkat dengan menggunakan pinset Diletakkan dalam ruang tertutup dan ditunggu kering, pengeringan membutuhkan waktu selama 1 hari

6. Karakterisasi nanopartikel kitosan-TiO₂/ZnO menggunakan X-ray Difrraction (XRD).

XRD bertujuan untuk mengidentifikasi kristalinitas dengan membandingkan jarak dan intensitas puncak difraksi dengan data yang ada di literatur. Pada karakterisasi ini nano sol komposit kitosan-TiO₂/ZnO yang sudah menjadi padatan kemudian di tanur pada suhu 250 °C selama 2 jam. Sebanyak 1 gram komposit kitosan-TiO₂/ZnO ditembak dengan seberkas elektron dihasilkan bekas-bekas difraksi dari sampel yang akan diterjemahkan ke dalam grafik intensitas pada posisi 2θ. Dari data ini dapat ditentukan ukuran kristal (*crystallite size*) dengan fase tertentu yang merujuk pada puncak utama pola difraktogram melalui pendekatan persamaan Debye Scherrer

7. Pengujian nano kitosan-TiO₂/ZnO menggunakan Fourier Transform Infrared FTIR

FTIR bertujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dalam suatu senyawa. Pada penelitian ini larutan komposit Kitosan-TiO₂/ZnO dikeringkan dengan tanur dengan suhu 250 °C selama 2 jam. Tahap selanjutnya beberapa mg serbuk komposit dicampurkan dengan beberapa mg KBr kering untuk dibuat pellet kemudian dianalisis dengan FTIR.

8. Uji sifat hidrofobik

Pengujian sifat hidrofobik, sampel kain diletakkan pada kertas gelap dan diatur posisi hirosontal dan vertikal sampel diatur hingga dalam

posisi seimbang, kemudian ditetesi air sebanyak 1 tetes dengan ketinggian ± 5 cm menggunakan metode drop statis, yaitu penambahan tetesan cairan sampai terbentuk cembungan pada permukaan kain dengan menggunakan pipet hingga sudut kontak tercapai dan memfotonya dengan menggunakan kamera SLR Canon 600d. Mengamati doplet air dipermukaan kain dan menghitung sudut kontak menggunakan aplikasi autocad.

9. Uji antibakteri

Pengujian aktivitas antibakteri yang pertama dilakukan yaitu mencuci bersih dan mensterilisasi alat, lalu dibungkus dengan kertas dan dioven pada suhu $170\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam. Selanjutnya Membuat media nutrient agar, sebanyak 2 gram NA dilarutkan dalam 100 mL aquades di dalam erlenmeyer. Larutan dipanaskan hingga homogen, disterilkan dengan autoklaf selama 15 menit. Uji antibakteri ini menggunakan metode pour plate, sehingga bakteri *Staphylococcus aureus* yang sudah dikembangkan dengan media NA kemudian diinokulum pada media NB, Selanjutnya 100 μL inokulum *S. Aurelius* dimasukkan ke dalam cawan petri lalu ditambahkan 15 mL media agar NA yang sudah ditunggu hingga hangat kedalam cawan petri, sambil dihomogenkan dan dibiarkan menjadi padatan pada suhu kamar. Media agar yang telah padat diisi dengan sampel kain yang telah diberi komposit kitosan-TiO₂/ZnO dengan variasi konsentrasi TiO₂/ZnO 7:3, 6:4, 5:5, 4:6, 3:7 kemudian diinkubasikan pada suhu $36,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam. Kemudian diukur diameter zona bening pada sekitar sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sintesis komposit Kitosan-TiO₂/ZnO

Komposit Kitosan-TiO₂/ZnO dipreparasi dari larutan kitosan yang dicampurkan dengan sol TiO₂ dan ZnO dengan metode sol-gel, pembuatan larutan kitosan 1% dengan mensterirer 1 gr serbuk kitosan dengan 100 mL asam asetat 2% kitosan dapat larut dalam asam asetat karena terjadi reaksi protonasi antara gugus karboksil dari asam asetat dengan gugus amina kitosan didapat larutan jernih berwarna kekuningan, larutan ini digunakan sebagai prekursor pada pembuatan komposit.

Sol TiO₂ disintesis menggunakan prekursor Titanium Butoxide (TBT), sebanyak 5 mL TBT dan 20 mL etanol yang distirer selama 30 menit. Kemudian ditambahkan campuran (0,26 mL aquades + 3,4 mL asam asetat + 5 mL etanol) tetes demi tetes (1 tetes/ detik) dengan pengadukan kuat. Etanol dan asam asetat bertujuan untuk membentuk TiO₂ dari TBT. Penambahan etanol

dengan suasana asam akan membuat TBT larut dan mengalami hidrolisis. Etanol dapat menghambat pembentukan padatan oksida oleh TBT karena pembentukan padatan oksida dapat menghambat terbentuk sol, didapatkan sol berwarna kuning jernih selanjutnya sol didiamkan selama 24 jam untuk proses kondensasi.

Sol ZnO disintesis menggunakan prekursor zink asetat, sebanyak 3,29 gram zink asetat dan 50 mL Etanol distirer pada suhu $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 5 menit, pada proses ini zink asetat akan terhidrolisis oleh alkohol, kemudian ditambahkan campuran Aquades sebanyak 0,26 mL, dietanolamin sebanyak 1,58 mL dan etanol sebanyak 5 mL kedalam larutan yang distirer tetes demi tetes, aquades dan asam menjadi katalis pada proses hidrolisis selanjutnya distirer pada suhu ruang selama 2 jam, terjadi proses kondensasi. Ketika kondensasi molekul akan bergabung menghasilkan molekul berbentuk gel dengan kerapatan massa yang besar dan Reaksinya memerlukan ligan hidroksil untuk membentuk polimer yang memiliki ikatan -Zn-O-Zn- dan dihasilkan Sol ZnO berupa larutan tak berwarna.

Setelah didapat larutan Kitosan 1%, Sol TiO₂ dan sol ZnO, komposit Kitosan-ZnO/TiO₂ dibuat 3 mL larutan kitosan 1% ditambahkan Sol TiO₂ dan Sol ZnO berupa kemudian di stirer dengan magnetik stirer hingga homogen didapatkan komposit Kitosan-ZnO/TiO₂ larutan berwarna putih, untuk volume kitosan dibuat konstan yakni 3 mL sedangkan untuk volume sol ZnO dan sol TiO₂ dibuat perbandingan 7:3 6:4 5:5 4:6 dan 3:7.

b. Preparasi dan Pelapisan Kain

Tahap pelapisan kain dengan sol dilakukan dengan metode Dip coating, kain ditarik secara vertikal dari larutan, maka larutan yang menempel pada substrat akan jatuh disebabkan adanya gaya gravitasi kemudian pelarut menguap bersama dengan reaksi kondensasi, dihasilkan lapisan pada kain. kain dipotong dengan ukuran 5x6 cm, kemudian dilakukan preparasi pertama kain dicelupkan dalam aquades untuk menghilangkan kotoran-kotoran pada kain agar tidak mengganggu proses pelapisan pada permukaan kain, kemudian di celupkan etanol untuk membersihkan pengotor serta untuk mensterilkan kain dari bakteri, selanjutnya dioven agar etanol menguap.

c. Uji Hidrofobik






Pada uji hidrofobik kain yang terlapis komposit kitosan-TiO₂/ZnO, menggunakan metode WCA (Water Contact Angel). Kain dengan sifat hidrofobik (waterproof) dapat dihasilkan dari beberapa cara, yaitu modifikasi permukaan hidrofilik dengan lapisan hidrofobik atau melakukan pelapisan pada permukaan kain dengan

senyawa kimia yang energi permukaannya rendah sehingga permukaannya mampu menahan air yang ditunjukkan dengan sudut kontak air $> 90^\circ$ (hidrofob) dan Jika sudut kontak air $>150^\circ$, maka kain itu bersifat superhidrofobik (Anggi Pravita, 2013). Kain yang diuji dengan uji hidrofobik meliputi sampel kain terlapisi komposit kitosan-TiO₂/ZnO, komposit kitosan-TiO₂/ZnO dengan volume kitosan tetap sebesar 3 mL dan modifikasi volume TiO₂: ZnO dengan perbandingan 3;7, 4:6, 5:5, 6:4, 7:3. Hasil pengukuran nilai sudut kontak pada kain terlapisi nano sol disajikan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 dapat dilihat hasil uji hidrofobik pada sampel kain untuk mengetahui sudut kontak yang dibentuk antara air dan permukaan kain. komposit kitosan-TiO₂/ZnO dengan perbandingan TiO₂ : ZnO 3;7, 4:6, 5:5, 6:4 dan 7:3. didapatkan berturut-turut yaitu 153o, 150o, 142o, 141o dan 139o, oleh karena itu dapat diketahui kain bersifat hidrofobik (waterproof) karena syarat benda disebut hidrofobik adalah Jika suatu sudut kontak air pada permukaan suatu material melebihi 90oC. Dapat disimpulkan apabila sudut kontak air tertinggi adalah pada komposit dengan perbandingan TiO₂:ZnO 7:3 yaitu 153o yang

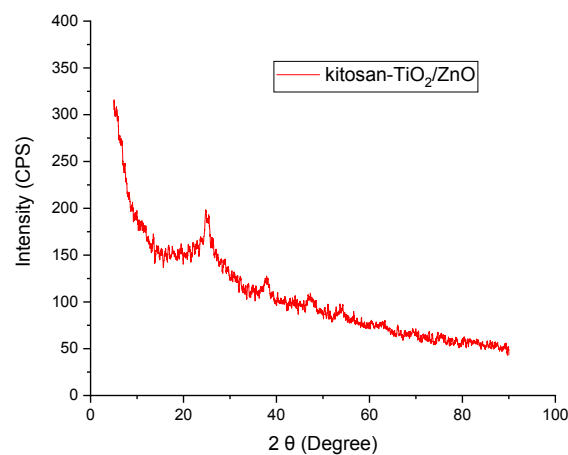
selanjutnya akan dikarakterisasi dengan XRD dan FTIR

Tabel 1. Data sudut kontak Kain Komposit Kitosan-TiO₂/ZnO

Sampel	Hasil Uji Tetes pada Sampel	Nilai sudut kontak
TiO ₂ : ZnO 7:3		153°
TiO ₂ : ZnO 6:4		150°
TiO ₂ : ZnO 5:5		142°
TiO ₂ : ZnO 4:6		141°
TiO ₂ : ZnO 3:7		139°

Tabel 2. Data Nilai Diameter Zono Bening Komposit Kitosan-TiO₂/ZnO

sampel	Diameter zona bening (mm)			Rata-rata
TiO ₂ : ZnO 7:3	11,9	11,8	11,7	11,8
TiO ₂ : ZnO 6:4	11,9	10,5	10,2	10,9
TiO ₂ : ZnO 5:5	10,5	10,9	10,5	10,6
TiO ₂ : ZnO 4:6	10,6	9,9	10,7	10,4
TiO ₂ : ZnO 3:7	10,5	10,3	9,4	10



Gambar 1. Difraktogram komposit kitosan-TiO₂/ZnO

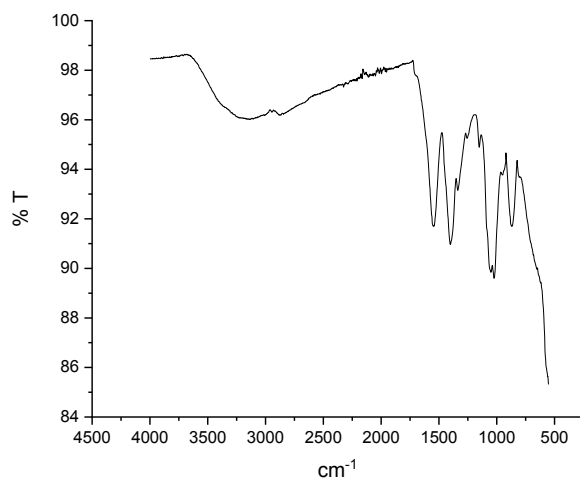
Pada kain terlapsi komposit kitosan-TiO₂/ZnO, sifat hidrofobik disebabkan karena adanya ikatan Ti-O-Zn dari komposit yang melapsi kain, Ikatan Ti-O-Zn ini lebih kompleks dan lebih sulit untuk melepas ikatan satu sama lain, sehingga saat terkena sinar UV, tidak banyak O yang berikatan dengan H dari air. Selain itu Pada komposit kitosan-TiO₂/ZnO terjadi interaksi antara NH₂ dari kitosan dengan gugus O-H dari TiO₂ maupun ZnO. Hal inilah yang menyebabkan kaca terlapsi komposit Kitosan-ZnO/SiO₂ memiliki bersifat hidrofobik

d. Analisis XRD D (X-ray diffraction)

Hasil analisis Difraksi Sinar X pada Gambar 1 menunjukkan adanya puncak pada 34,27°, 62° dan 68° disebabkan oleh adanya fasa kristalin nanopartikel ZnO. Adanya puncak 25°, 48,5° dan 52° menunjukkan adanya fasa kristalin nanopartikel TiO₂ dan Puncak karakteristik kitosan berkisar antara 10,1° dan 20,2°, hal ini menunjukkan komposit kitosan-TiO₂/ZnO memiliki kristalinitas yang tinggi.

e. Analisis FTIR (Fouter Transforman Infra Red)

Analisis FTIR digunakan untuk mempelajari interaksi partikel ZnO, TiO₂ dan kitosan. Pada Gambar 2 menunjukkan puncak pada 850 cm⁻¹ menandakan adanya ikatan Zn-O-Ti. Selain itu, puncak pada 1400 dan 1548 cm⁻¹ mungkin karena gugus karboksilat dari reaksi intermediet. Pada puncak 3450 cm⁻¹ menunjukkan ikatan OH dan N-H dalam rantai kitosan. Puncak karakteristik pada 1336 cm⁻¹ disebabkan oleh mode vibration Ti-O dalam nanokomposit. Puncak pada 1027 cm⁻¹ adalah puncak serapan karakteristik ikatan Zn-O Berdasarkan analisis di atas dapat dikatakan bahwa sintesis Kitosan/TiO₂-ZnO telah berhasil.



Gambar 2. Spektra FTIR komposit kitosan-TiO₂/ZnO

f. Uji Antibakteri

Pengujian antibakteri pada komposit kitosan-TiO₂/ZnO dilakukan dengan metode cakram, adanya potensi hambat pada komposit kitosan-TiO₂/ZnO dibuktikan dengan munculnya zona bening di sekeliling kain, diameter zona bening dapat dinyatakan sebagai diameter zona hambat kitosan-TiO₂/ZnO dengan bakteri Staphylococcus aureus. Pada penelitian ini uji antibakteri dilakukan terhadap 5 variasi komposit dengan perbandingan volume TiO₂ : ZnO 3;7, 4:6, 5:5, 6:4 dan 7:3 dengan 3 kali pengulangan. Berikut diperoleh pengukuran diameter zona bening pada masing-masing sampel yang disajikan pada tabel 2.

Secara keseluruhan hasil uji antibakteri pada kain yang terlapsi bahan antibakteri komposit kitosan-TiO₂/ZnO menunjukkan komposit kitosan-TiO₂/ZnO dapat menghambat pertumbuhan bakteri Staphylococcus aureus. Adanya interaksi muatan positif kitosan berupa gugus NH₃⁺ dengan muatan negatif dari dinding sel bakteri (interaksi elektrostatis) dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Semakin besar volume TiO₂ dapat meningkatkan kemampuan ikatan komposit kitosan-TiO₂/ZnO dengan dinding sel bakteri sehingga dapat menghambat mekanisme di dalam tubuh bakteri yang ditunjukkan dengan meningkatnya diameter zona bening bakteri.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan komposit kitosan-TiO₂/ZnO telah berhasil dibuat dengan metode sol gel. Permukaan kain terlapsi komposit kitosan-TiO₂/ZnO dapat memberikan sifat hidrofobik (waterproof), sifat hidrofobik kain terlapsi komposit kitosan-TiO₂/ZnO dengan variasi variasi perbandingan volume TiO₂ : ZnO menghasilkan sudut kontak berbeda uji hidrofobik tertinggi yaitu 153o pada pelapsian komposit kitosan-TiO₂/ZnO dengan perbandingan TiO₂ : ZnO 7:3. Karakterisasi FTIR menunjukkan adanya interaksi kitosan dengan TiO₂ dan ZnO yang ditandai dengan adanya bilangan gelombang pada daerah 850 cm⁻¹, 1336 cm⁻¹ dan 1027cm⁻¹. Hasil karakterisasi XRD dihasilkan puncak pada 34,27°, 62°, 68°, 25°, 48,5° dan 52° menunjukkan adanya TiO₂ dan ZnO serta Puncak karakteristik kitosan berkisar antara 10,1° dan 20,2°, hal ini menunjukkan komposit kitosan-TiO₂/ZnO memiliki kristalinitas yang tinggi, selain itu diuji antibakteri dengan bakteri Staphylococcus aureus didapatkan diameter zona bening terbesar yakni dengan variasi 7:3 sebesar 11,3 mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Unesa melalui pendanaan PNBP, laboratorium Mikrobiologi Unair, dan laboratorium Kimia UM.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelhady M, 2012. Preparation Characterization of Chitosan/ZnO Nanoparticles for Imp arting Antimicroial and UV Protection to Cotton Fabric, *International Journal of Carbohydrate Composite*
- Al Sagheer FA, 2010, Thermal and Mechanical Properties of Chitosan-SiO₂ Hybrid Composites, *Journal of Nanomaterial*, 1-7.
- Anggi Pravita D, 2013. Sintesis Lapisan TiO₂ Menggunakan Prekursor TiCl₄ Untuk Aplikasi Kaca Self Cleaning dan Anti Fogging, *Jurnal Fisika Unand*
- Becheri AD & Bagliani P, 2008. Synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles: application to textiles as UV-absorbers, *Journal of Nanopart Research*, 679-689.
- Farouk, A. M., 2012, ZnO Nanoparticles-Chitosan Composite as Antibacterial Finish for Textiles, *International Journal of Carbohydrate Chemistry*.
- Fouda M, 2005, Use of Polysaccharides in Medical Textile Applications, Dissertation. Germany, Universitat Duissburg-essen
- Guibal E, 2005. Heterogeneous Catalysis on Chitosan-Based Materials: A Review, *Prog. Polym Sci*, 71-109.
- Habib FR, 2015. Morphological and cultural characterization of *Staphylococcus aureus* isolated from different animal species, *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 15-26.
- Hayleeyesus S, 2014. MicrobiolWu YP, Rahm E, Holze R, 2003. Carbon Anode Materials for Lithium Ion Batteries. *Journal of Power Sources*. 114(2): 228-236.
- He QW, 2002, Preparation and characterization of acrylic/nano-TiO₂ composite latex. *High Performance Polymers*, 14 :383.
- Maharani DK, dan Setiyani R, 2015. Pemanfaatan Komposit Kitosan ZnO-SiO₂ Sebagai Agen Antibakteri Terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Kain Katun. *UNESA Journal of Chemistry* , 88-93.
- Mahltig BH, 2005. Functionalisation of textile by Inorganic sol-gel coatings. *J. Mater. Chem.*, 4385-4398.
- Rahayu NP, 2014. Uji Keberadaan *Staphylococcus aureus* pada Sosis Tradisional yang Beredar di Pasar Tradisional di Denpasar Bali. *Jurnal Simbiosis II*, 147-157.
- Saxena ATB, 2008. An improved process for separation of proteins using modified chitosan-silica cross linked charged ultrafilter membranes under coupled driving forces: Isoelectric separation of proteins. *J. Colloid Interface Sci*, 252-262.
- Sun BS, 2007. Preparation and antibacterial activities of Ag-doped SiO₂-TiO₂ composite films by liquid phase deposition (LPD) method. *J. of Mater. Sci* , 10085-10089
- Zukhrufia IP, 2015. Sintesis nanokomposit TIO₂/SIO₂ - pva dan aplikasinya sebagai antibakteri. *Indo. J. Chem. Sci.*, 4