

Proposal Skripsi
UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMPOSIT KITOSAN/TiO₂
PADA KAIN KATUN TERHADAP *Staphylococcus aureus*



USULAN PENELITIAN
Diajukan untuk menyusun skripsi sarjana sains Jurusan Kimia

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA

Juli, 2011
commit to user

KATA PENGANTAR

Syukur kehadiran ALLAH SWT yang telah memberikan limpahan rahmat dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan proposal penelitian dengan judul “Uji Aktivitas Antibakteri Komposit Kitosan/TiO₂ pada Kain Katun terhadap *Staphylococcus aureus*”. Penulisan ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Berkenaan dengan hal tersebut penulis merasa senang untuk bisa menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Eddy Heraldry, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNS
2. Bapak Candra Purnawan, M.Sc. selaku pembimbing I
3. Dra. Tri Martini, M.Si. selaku pembimbing II
4. Orang tua penulis atas do'a dan dukungan yang tiada henti diberikan kepada penulis
5. Teman-teman mahasiswa Kimia FMIPA UNS
6. Dan semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu

Penulis sangat menyadari bahwa masih banyak kekurangan pada penulisan proposal skripsi ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk memperbaikinya. Namun demikian, penulis berharap semoga sebuah karya kecil ini bermanfaat bagi pembaca dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Surakarta, 20 Juli 2011

Penulis

PERSETUJUAN

Proposal Skripsi Mahasiswa :

LINDA SRIWIYANI

M0307050

Dengan judul

UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI KOMPOSIT KITOSAN/TiO₂ PADA KAIN KATUN TERHADAP *Staphylococcus aureus*

Disetujui Oleh Pembimbing Untuk Dikerjakan

Surakarta, 20 Juli 2011

Pembimbing I

Pembimbing II

Candra Purnawan, M.Sc.
NIP. 19781228 200501 1001

Dra. Tri Martini, M.Si.
NIP. 19581029 198503 2002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Kimia FMIPA UNS

Dr. Eddy Heraldry, M.Si.
NIP. 19640305 200003 1002

commit to user

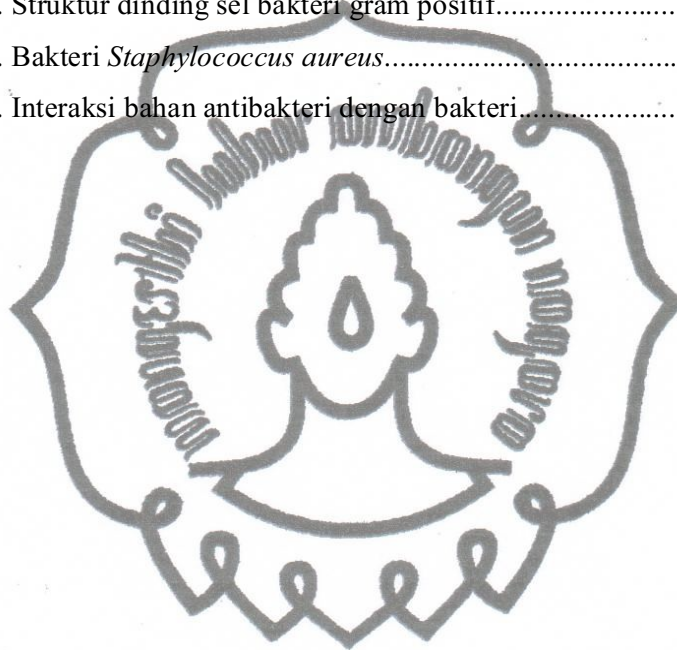
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang Masalah.....	1
B. Perumusan Masalah.....	3
1. Identifikasi Masalah	3
2. Batasan Masalah	5
3. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
BAB II. LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Pustaka	7
1. Kitin dan Kitosan	7
2. TiO ₂	9
3. Bakteri	10
4. <i>Staphylococcus aureus</i>	13
5. Aktivitas Kain Antibakteri.....	14
B. Kerangka Pemikiran	16
C. Hipotesis	17
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	18
A. Metode Penelitian.....	18
B. Waktu dan Tempat Penelitian	18
C. Alat dan Bahan	18
D. Prosedur Penelitian	19
E. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	21
DAFTAR PUSTAKA	25

commit to user

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur kitin, kitosan, dan selulosa.....	7
Gambar 2. Struktur bakteri.....	11
Gambar 3. Struktur peptidoglikan bakteri gram positif.....	12
Gambar 4. Struktur dinding sel bakteri gram negatif.....	12
Gambar 5. Struktur dinding sel bakteri gram positif.....	13
Gambar 6. Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	13
Gambar 7. Interaksi bahan antibakteri dengan bakteri.....	16



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Kain merupakan material yang penting dan menjadi kebutuhan pokok manusia. Selain pakaian, kain juga digunakan dalam berbagai bidang salah satunya di bidang kesehatan. Sifat kain yang berpori dan kasar merupakan penyedia tempat yang kondusif untuk pertumbuhan mikroorganisme merugikan (Danna, 1978). *Staphylococcus aureus* merupakan bakteri Gram-positif yang bertanggung jawab atas setengah kasus sepsis pada luka bedah; pada unit kebidanan: abses payudara pada ibu-ibu, mata lengket dan lesi-lesi kulit pada bayi; ratusan kematian setiap tahun di Inggris karena infeksi *Staphylococcus aureus* yang terjadi di rumah sakit (Gibson, 1996).

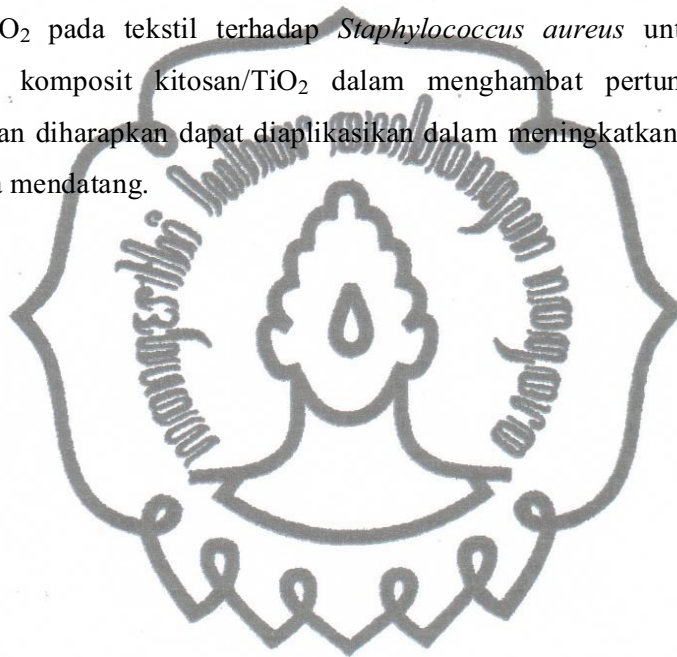
Ramachandran (2003) dan Vigo dalam Lee *et al.* (1999) menyebutkan bahwa salah satu bahan yang dapat digunakan untuk mencegah pertumbuhan bakteri adalah senyawa ammonium kuarterner yang menunjukkan sifat polikationik.

Kitosan merupakan polimer kationik yang bersifat nontoksik dan dapat mengalami biodegradasi serta bersifat biokompatibel. Sumber kitosan sangat melimpah di alam terutama pada hewan golongan *crustaceans* seperti udang dan kepiting. Kitosan dapat aktif dan berinteraksi dengan sel, enzim atau matrik polimer yang bermuatan negatif (Stephen, 1995).

TiO₂ merupakan material nanopartikel yang sudah luas diaplikasi sebagai material alternatif dalam berbagai aspek. Wei (1994) dan Kikuchi (1997) dalam Qilin *et al.* (2008) menyebutkan bahwa TiO₂ dapat membunuh bakteri baik Gram-negatif maupun Gram-positif. TiO₂ dapat membunuh bakteri dalam kondisi gelap dengan mekanisme yang belum diketahui. Dalam kondisi terang, aktivitas antibakteri TiO₂ relatif terhadap produksi hidroksil radikal bebas dan pembentukan peroksida dibawah sinar UV-A melalui jalur oksidasi dan reduksi secara fotokatalisis (Adams *et al.*, (2006) dalam Qilin *et al.* (2008)).

Konsentrasi TiO_2 yang biasanya dibutuhkan untuk membunuh berbagai variasi bakteri antara 100 hingga 1000 ppm, tergantung dari ukuran partikel dan intensitas serta panjang gelombang sinar yang digunakan. Keistimewaan yang menarik dari disinfeksi fotokatalitik oleh TiO_2 adalah potensinya untuk diaktivasi oleh sinar visibel, misal dari sinar matahari (Qilin *et al.*, 2008).

Penelitian ini dilakukan untuk menguji aktivitas antibakteri komposit kitosan/ TiO_2 pada tekstil terhadap *Staphylococcus aureus* untuk mengetahui efektifitas komposit kitosan/ TiO_2 dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut dan diharapkan dapat diaplikasikan dalam meningkatkan kualitas tekstil pada masa mendatang.



B. Perumusan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Terdapat berbagai jenis kain yang digunakan sebagai pakaian pelindung tubuh, diantaranya berasal dari serat alami yang banyak dikenal masyarakat seperti kain wol yang berasal dari bulu domba, kain sutera yang dihasilkan dari kepompong ulat sutera, dan kain katun yang dihasilkan dari kapas (Anonim, 2010). Kain katun merupakan produk tekstil yang paling banyak digunakan sebagai bahan pembuat pakaian.

Fenomena permintaan pasar terhadap produk tekstil baru-baru ini mulai bergeser dari tekstil konvensional menuju tekstil multifungsi yaitu tekstil yang menghasilkan nilai tambah fungsional baru dengan adanya proses penambahan menggunakan teknologi (Wong *et al.*, 2006; Mahltig *et al.*, 2005). Salah satu nilai tambah fungsional tersebut adalah tekstil yang memenuhi syarat kesehatan dan kebersihan yaitu bersifat antibakteri. Beberapa jenis senyawa yang mempunyai aktivitas antibakteri adalah sodium benzoat, senyawa fenol, asam-asam organik, asam lemak rantai medium dan esternya, sulfur dioksida dan sulfit, nitrit, senyawa-senyawa kolagen dan surfaktan, dimetil karbonat dan metil askorbat. Ramachandran (2003) merekomendasikan beberapa senyawa yang dapat digunakan sebagai bahan antibakteri pada kain, yaitu : oksidator (aldehida dan halogen), produk triklosan yang berfungsi sebagai disinfektan, senyawa ammonium kuarternar, senyawa kompleks logam, serta kitosan sebagai bahan antibakteri alami.

Kitosan merupakan hasil dari proses deasetilasi senyawa kitin yang banyak terdapat pada kulit luar hewan golongan *Crustaceae* seperti udang dan kepiting (Hargono dkk., 2008). Aktivitas antibakteri kitosan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti konsentrasi kitosan, BM dan DD kitosan yang dapat memberikan perbedaan aktivitas kain antibakteri. Sedangkan besarnya derajat deasetilasi dipengaruhi oleh konsentrasi, basa, temperatur, waktu, dan banyaknya pengulangan proses deasetilasi (Purnawan dkk, 2008).

Titanium dioksida (TiO_2) merupakan material anorganik yang juga bersifat antibakteri dan tidak larut dalam air (Wu *et al.*, 2005). Karakter fisik dan kimia

dari TiO_2 dapat dikontrol dari ukuran partikel, morfologi dan fase kristal. Material ini diketahui terdiri dari tiga bentuk struktur kristal, yaitu anatase, rutil, dan brokite. TiO_2 anatase secara komersial telah digunakan untuk proses fotokatalis karena mempunyai aktifitas fotokatalis yang tinggi (Kim *et al.*, 2008).

Pembuatan komposit kitosan/ TiO_2 dapat dilakukan dengan cara mendispersikan TiO_2 kedalam larutan kitosan dalam asam asetat dan dihomogenkan dengan cara sonikasi membentuk emulsi. Pelapisan kain dengan komposit dapat dilakukan dengan cara merendam kain dalam emulsi komposit dan kemudian dikeringkan (Lei *et al.*, 2008). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses pelapisan komposit pada kain antara lain yaitu komposisi kitosan dan TiO_2 yang digunakan, konsentrasi pelarut, suhu pelapisan, serta waktu pelapisan.

Analisa besarnya DD pada kitosan dapat dilakukan dengan menggunakan spektroskopi FTIR, spektroskopi UV-VIS, ^{13}C -NMR, XRD, HPLC. Karakterisasi kitosan dan TiO_2 dapat dilakukan dengan menggunakan spektroskopi infrared (IR), spektroskopi difraksi sinar-x (XRD), dan *scanning electron microscope* (SEM). Karakterisasi komposit yang dihasilkan dapat dilakukan dengan berbagai analisa yaitu analisis gugus fungsi dengan inframerah, analisis kristalinitas dengan XRD, analisis morfologi dengan SEM atau *tunneling electron microscope* (TEM), analisis termal diferensial (DTA), analisis termogravimetrik (TGA) dan analisis luas permukaan komposit dengan SAA.

Karakterisasi kain yang terlapisi komposit kitosan/ TiO_2 dapat dilakukan dengan menggunakan SEM atau TEM, spektroskopi FTIR, spektroskopi difraksi sinar-x (XRD), uji kekakuan kain, dan analisis warna dengan UV.

Analisis aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dapat dilakukan dengan metode turbidimetri (*shake flash*), diameter daya hambat dan *viable count*.

Aktivitas antibakteri kain katun dapat berkurang atau hilang setelah pencucian kain dimana pencucian dapat dilakukan dengan menggunakan detergen maupun tidak.

2. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, batasan masalah yang dapat dibuat pada penelitian ini adalah :

- a. Senyawa antibakteri pada kain yang digunakan adalah kitosan dengan DD $\geq 90\%$.
- b. Jenis kristal TiO_2 yang digunakan adalah anatase, dengan variasi pembuatan komposit kitosan/ TiO_2 = 100:0, 80:20, 60:40, 40:60, 20:80, 0:100 % (b/b).
- c. Pembuatan komposit dilakukan dengan mendispersikan TiO_2 kedalam larutan kitosan dalam asam asetat 1% dan dihomogenkan dengan cara sonikasi membentuk emulsi.
- d. Karakterisasi kitosan dan komposit kitosan/ TiO_2 dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer IR dan XRD.
- e. Variasi Suhu proses pelapisan komposit pada kain katun dilakukan pada 40, 50, 60, 70, dan 80 °C dengan sonikasi selama 15 menit.
- f. Karakterisasi kain yang telah dilapisi komposit kitosan/ TiO_2 dilakukan dengan menggunakan XRD, SEM, dan uji perubahan warna dengan UV.
- g. Analisa aktivitas antibakteri komposit kitosan/ TiO_2 pada kain katun terhadap *Staphylococcus aureus* dilakukan dengan metode *shake flash*, *Viable count*, dan pengukuran daya hambat dengan spektrofotometer UV-VIS ($\lambda_{\text{max}} = 610 \text{ nm}$) dengan variasi waktu analisa pada jam ke-0, 6, 12, 18, 24.
- h. Analisa aktivitas antibakteri kain katun setelah pencucian dilakukan dengan dan tanpa detergen.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan batasan masalah tersebut, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

- a. Bagaimanakah pengaruh variasi komposisi kitosan dan TiO_2 terhadap aktivitas pertumbuhan *Staphylococcus aureus*?

- b. Bagaimana pengaruh variasi suhu pelapisan komposit pada kain katun terhadap aktivitas pertumbuhan *Staphylococcus aureus*?
- c. Bagaimana daya hambat komposit kitosan/TiO₂ pada kain katun sebelum dan setelah pencucian baik memakai detergen maupun tidak terhadap aktivitas pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*?

C. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mengetahui pengaruh komposisi kitosan dan TiO₂ terhadap aktivitas pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.
- b. Mengetahui pengaruh suhu pelapisan komposit pada kain katun terhadap aktivitas pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.
- c. Mengetahui daya hambat komposit kitosan/TiO₂ pada kain katun sebelum dan setelah pencucian baik memakai detergen maupun tidak terhadap aktivitas pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

2. Manfaat penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- a. Secara teoritis, diharapkan dapat memberikan sumbangan untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama yang berkaitan dengan sifat antibakteri komposit kitosan/ TiO₂ pada kain katun.
- b. Secara praktis, dapat menghasilkan produk kain antibakteri yang dapat berguna bagi kesehatan manusia sehingga dapat meningkatkan kualitas kesehatan manusia.

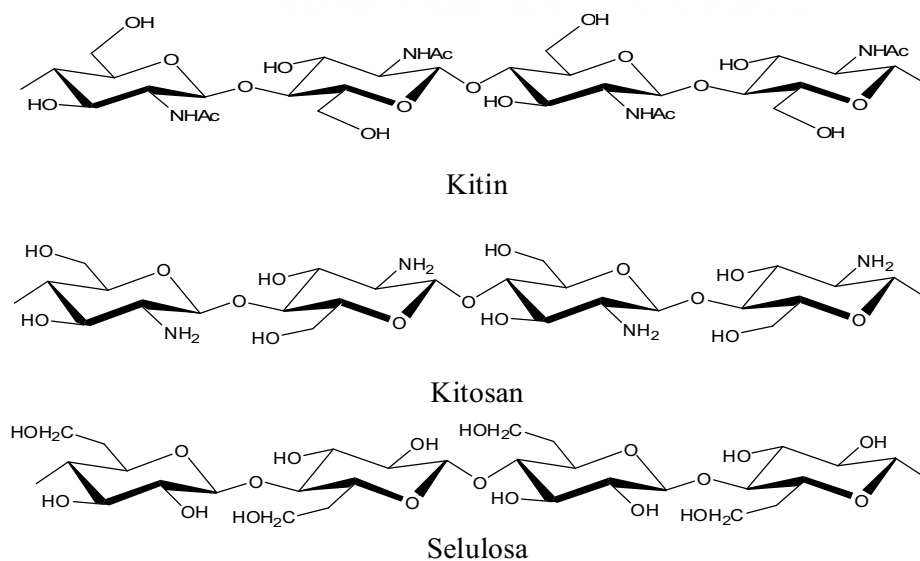
BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

a. Kitin dan Kitosan

Kitin merupakan polisakarida terbesar kedua setelah selulosa yang mempunyai rumus kimia poli(2-asetamida-2-dioksi- β -D-Glukosa) dengan ikatan β -glikosidik (1,4) yang menghubungkan antar unit ulangnya. Struktur kimia kitin mirip dengan selulosa, hanya dibedakan oleh gugus yang terikat pada atom C2. Jika pada selulosa gugus yang terikat pada atom C2 adalah OH, maka pada kitin yang terikat adalah gugus asetamida. (Muzzarelli, 1985). Kitosan merupakan senyawa dengan rumus kimia poli(2-amino-2-dioksi- β -D-Glukosa) yang dapat dihasilkan dengan proses hidrolisis kitin menggunakan basa kuat. Saat ini terdapat lebih dari 200 aplikasi dari kitin dan kitosan serta turunannya di industri makanan, pemrosesan makanan, bioteknologi, pertanian, farmasi, kesehatan, dan lingkungan. (Balley, *et al*, 1977). Sumber kitin dan kitosan sangat melimpah di alam terutama pada golongan crustaceans seperti udang, kepiting, anthropoda, mollusca seperti kerang dan hewan bercangkang lainnya. Struktur kitin, kitosan, dan selulosa memiliki kemiripan seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur kitin, kitosan, dan selulosa.

commit to user

Perbedaan kitin dan kitosan hanya terdapat pada perbandingan gugus amina primer dan amida pada atom C-2 unit polimer. Jika gugus amina primer lebih banyak (>50%) daripada gugus amida maka polimer disebut kitosan. Besarnya jumlah gugus amina primer dalam polimer kitosan dapat dilihat dari derajat deasetilasi (DD) kitosan. Semakin tinggi DD kitosan maka gugus amina primer dalam rantai polimer semakin banyak. Kitin dan kitosan memiliki struktur yang hampir sama tapi sifat kimia dan fisika keduanya sangat berbeda. Kitosan memiliki gugus amina primer yang lebih banyak daripada kitin sehingga membuat kitosan lebih basa dan nukleofilik. Pada saat pemanasan, kitosan cenderung terdekomposisi daripada meleleh sehingga polimer ini tidak memiliki titik leleh. Kitosan tidak larut dalam larutan netral atau basa tetapi larut dalam larutan asam seperti asam asetat, asam format, asam laktat, dan asam glutamat. Ketika kitosan dilarutkan dalam larutan asam, gugus amina primer dalam kitosan akan terprotonasi dan bermuatan positif. Oleh karena itu, molekul kitosan yang tersolvasi merupakan polikationik dan dapat terkoagulasi jika ditambahkan partikel atau molekul yang membawa muatan negatif seperti sodium alginat, anion sulfat, dan fosfat. Namun kitosan juga rentan terhadap hidrolisis dengan katalis asam atau basa sehingga terjadi proses depolimerisasi dengan pemutusan ikatan β -glikosidik (Stephen, 1995).

Pasangan elektron bebas pada gugus amina primer bersifat nukleofilik sebagai akseptor proton sehingga gugus amina ini dapat terprotonasi. Gugus amina primer pada kitosan lebih nukleofilik daripada gugus hidroksil pada C-6. adanya gugus nukleofilik tersebut bersifat reaktif misalnya dengan aldehida membentuk imin dan dengan asetil klorida membentuk amida. Meskipun mayoritas reaksi kitin dan kitosan melibatkan gugus amina primer, dimungkinkan pula untuk memodifikasi secara selektif gugus hidroksil. Hal ini dapat dilakukan dengan melindungi gugus amina melalui pembentukan polisakarida format atau asetat dan reaksi garam yang bersifat elektrofilik. Gugus hidroksil pada C-6 lebih reaktif daripada C-3. kitosan dapat membentuk kompleks dengan berbagai logam transisi karena memiliki penukar ion yang melibatkan donasi pasangan elektron bebas dari nitrogen dan atau oksigen dari gugus hidroksil kepada ion logam berat.

Tingkat formasi dan stabilitas kompleks sangat tergantung pada konsentrasi ion logam berat, temperatur, pH, ukuran partikel, kristalinita, dan derajat deasetilasi (DD) kitosan (Stephen, 1995).

Performance sifat-sifat kitosan sangat dipengaruhi oleh 2 parameter penting yaitu : derajat deasetilasi (DD) dan berat molekul (BM). Variasi BM kitosan dengan DD tetap diperoleh melalui metode hidrolisis asam asetat (Liu et al., 2006). Nilai DD dan BM ini sangat dipengaruhi oleh konsentrasi basa, temperatur, waktu, dan pengulangan proses selama pembentukan kitosan. Pembentukan kitosan melalui beberapa tahapan proses yaitu deproteinasi, demineralisasi, depigmentasi, dan deasetilasi. Urutan proses tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap tingginya DD dan BM (Rege et al., 1999).

b. TiO₂

Titania merupakan senyawa fotokatalis yang jika disinari dengan sinar UV $\lambda = 365$ nm, proses penyorotan menyebabkan terjadi fotogenerasi *electron-hole* pada permukaan titania. Dari proses fotokatalisis ini dapat dibebaskan spesies radikal reaktif $\cdot\text{OH}$ dan $\cdot\text{O}_2$ yang merupakan zat oksidatif yang kuat untuk mendegradasi senyawa organik dari komposisi dinding sel bakteri (Dai et al., 2006).

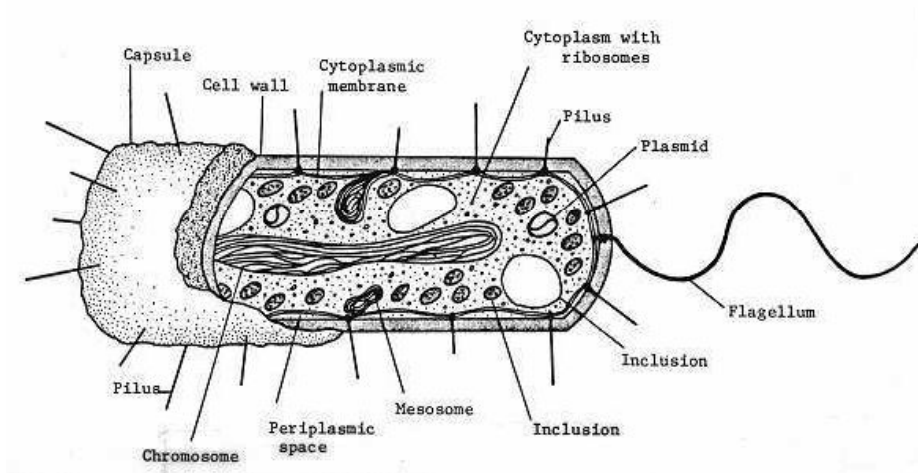
Karakter fisik dan kimia dari TiO₂ dapat dikontrol dari ukuran partikel, morfologi dan fase kristal. Material ini diketahui terdiri dari tiga bentuk struktur kristal, yaitu anatase, rutil, dan brokite. TiO₂ anatase secara komersial telah digunakan untuk proses fotokatalis karena mempunyai aktifitas fotokatalis yang tinggi (Kim et al., 2008).

Penggunaan titania sebagai bahan desinfektan alternatif untuk mengatasi pencemaran lingkungan air dan udara akibat terkontaminasi oleh mikroorganisme, mulai dikembangkan oleh Matsunaga pada tahun 1985. Dari hasil penelitiannya dilaporkan bahwa sel mikroba *Lactobacillus acidophilus*, *Sacharomyces cerevisiae* dan *Escherichia coli* di dalam air dapat didesinfeksi jika berkontak dengan katalis TiO₂-Pt dengan adanya sinar UV dekat (Burns, 2002).

Nanometer titanium dioksida (TiO_2) sebagai material antibakteri, termasuk tipe agen antibakteri yang tidak larut dalam air. Nano- TiO_2 tidak beracun dan tidak berwarna. Ia memiliki aktivitas antibakteri, dan bersifat sebagai pelindung terhadap sinar UV. Ia banyak digunakan dalam produk kosmetik, fotokatalisis lingkungan, antimikroba, dan lain sebagainya. Ia juga sering digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan. Dalam bidang tekstil, TiO_2 lebih banyak digunakan sebagai pelindung dari sinar UV, dan kemampuan antibakteri nano-terutama bergantung pada penyinaran UV yang aplikasinya masih terbatas. Lei *et al.*, (2008) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa komposit emulsi kitosan/ TiO_2 yang dilapiskan pada kain kasa memiliki aktivitas antibakteri baik bakteri gram positif maupun gram negatif. Penelitian tersebut dilakukan tanpa penyinaran UV, dimana mekanisme yang dimungkinkan terjadi yaitu adanya interaksi muatan positif gugus NH_2 kitosan dan logam Ti dengan muatan negatif dinding sel bakteri. Selain itu juga dimungkinkan adanya proses fotokatalisis yang terjadi karena adanya absorpsi sinar visibel oleh nano- TiO_2 (Shao *et al.*, 2010; Lei *et al.*, 2008; Qilin *et al.*, 2008).

c. Bakteri

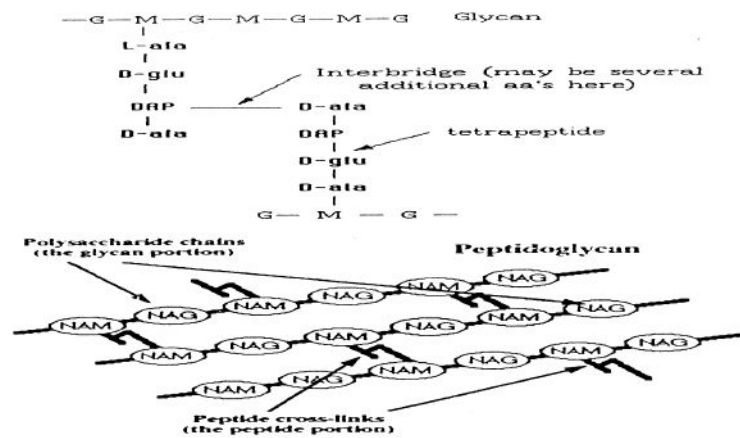
Bakteri adalah mikroorganisme bersel satu dan berkembang biak dengan membelah diri. Ukuran bakteri bervariasi baik penampang maupun panjangnya, tetapi pada umumnya penampang bakteri adalah sekitar $0,7\text{-}1,5\ \mu\text{m}$ dan panjangnya sekitar $1\text{-}6\ \mu\text{m}$. Bentuk bakteri dibagi menjadi 3 yaitu kokus, basil, dan spiral (Tim Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, 2003).



Gambar 2. Struktur bakteri

Bakteri dibagi dalam golongan gram positif dan gram negatif berdasarkan reaksinya terhadap pewarnaan gram. Perbedaan antara bakteri gram positif dan gram negatif diperlihatkan dari perbedaan dinding sel.

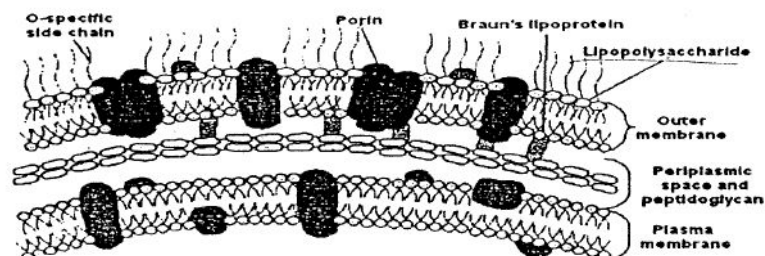
Dinding sel bakteri merupakan struktur kompleks dan berfungsi sebagai penentu bentuk sel, pelindung dari kemungkinan pecahnya sel, pelindung isi sel dari perubahan lingkungan luar sel. Dinding sel terdiri dari atas peptidoglikan atau murein yang menyebabkan kakunya dinding sel. Peptidoglikan merupakan polimer yang tersusun atas perulangan disakarida yang tersusun atas monosakarida N-asetilglukosamin (NAG) dan N-asam asetilmuramid (NAM) yang melekat pada suatu peptida yang terdiri dari 4 atau 5 asam amino yaitu L-alanin, D-alanin, asam D-glutamat, dan lisin atau asam diaminopimelat membentuk selubung mengelilingi sel. Asam amino dalam kondisi lingkungan tertentu (netral) berada dalam bentuk ion dipolar (*switter ion*) dengan memiliki ion negatif dan positif sekaligus. Asam-asam amino lisin memiliki rantai cabang yang dapat bermuatan positif maupun negatif. Asam-asam glutamat memiliki rantai cabang berupa asam dan bermuatan negatif. Struktur peptidoglikan terlihat seperti Gambar 3.



Gambar 3. Struktur peptidoglikan pada bakteri gram positif (Pratiwi, 2005)

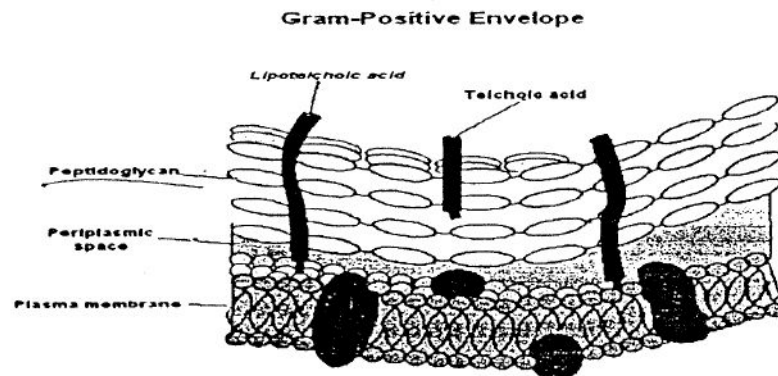
Dinding sel bakteri gram positif seperti bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Streptococcus sp* sebagian besar terdiri atas beberapa lapisan peptidoglikan yang membentuk suatu struktur yang tebal dan kaku. Kekakuan pada dinding sel bakteri yang disebabkan karena lapisan peptidoglikan dan ketebalan peptidoglikan ini membuat bakteri gram positif resisten terhadap *lisis osmotik* (Jewetz dkk, 2001).

Bakteri gram negatif seperti *Escherichia coli* dan *Pseudomonas sp* terdiri atas satu atau sangat sedikit lapisan peptidoglikan pada dinding selnya. Selain itu dinding sel bakteri gram negatif ini tidak mengandung asam teikoik tetapi mengandung sejumlah polisakarida dan lebih rentan terhadap kerusakan mekanik dan kimia. Perbedaan penyusun dinding sel antara bakteri gram positif dan gram negatif dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 4. Struktur dinding sel bakteri gram negatif (Pratiwi, 2005)

commit to user



Gambar 5. Struktur dinding sel bakteri gram positif (Pratiwi, 2005)

Membran plasma (*inner membran* atau membran sitoplasma) adalah struktur tipis yang terdapat di sebelah dalam dinding sel dan menutup sitoplasma sel. Membran plasma tersusun atas fosfolipid dua lapis dan protein. Fosfolipid merupakan ester asam lemak dan gliserol yang mengandung ion fosfat yang bermuatan negatif. Membran plasma berfungsi sebagai sekat selektif material-material di dalam dan di luar sel. Membran plasma juga berfungsi untuk memecah nutrisi dan produksi energi.

d. *Staphylococcus aureus*

Sistematika *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut:

Divisi	: Protophyta
Kelas	: Schizomycetes
Bangsa	: Eubacteriales
Suku	: Micrococcaceae
Marga	: Staphylococcus
Jenis	: <i>Staphylococcus aureus</i>



Gambar 6. Bakteri *Staphylococcus aureus* (Anonim, 2010).

Staphylococcus aureus merupakan bakteri yang berbentuk bulat dengan diameter 0,8-1 mm, dapat berdiri sendiri, berpasangan membentuk rantai atau berkelompok tidak teratur (Salle, 1961).

Bakteri ini merupakan bakteri Gram positif, tidak membentuk spora, tak bergerak dan dapat tumbuh pada berbagai media pada suasana aerob. *Staphylococcus aureus* dapat memfermentasikan beberapa karbohidrat dan dapat menghasilkan pigmen yang berwarna, tidak dapat larut air (Jawetz dkk., 2001).

Staphylococcus aureus dapat ditemukan pada kulit, saluran nafas, saluran pencernaan, udara, makanan, air dan pakaian yang terkontaminasi. Bakteri ini mudah tumbuh pada kulit yang mengalami radang, bisa kulit yang tergores yang mengarah pada infeksi dan proses-proses bernanah lainnya, pada saluran pernafasan dapat menyebabkan pneumonia. Selain itu juga menyebabkan infeksi intra abdomen yang dapat timbul karena komplikasi pasca bedah, infeksi traktus urinarius, infeksi traktus genetalis pada wanita (Salle, 1991).

e. Aktivitas Kain Antibakteri

Kain merupakan material yang penting dan menjadi kebutuhan pokok manusia sebagai pelindung badan. Kain yang baik adalah kain yang aman bagi kesehatan dan lingkungan. Ancaman terhadap kesehatan akibat penggunaan kain didasarkan pada sifat kain yang berpori dan kasar sehingga menyediakan tempat yang kondusif untuk pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Bakteri akan menyerang kain dan berdampak pada kesehatan tubuh seperti menimbulkan bau dan infeksi serta menurunkan kualitas kain (Danna, 1978). Sifat antibakteri tersebut dapat diperoleh melalui dua metode umum, yaitu penambahan bahan antibakteri pada polimer serat sebelum proses ekstrusi (fibre chemistry) atau pemberian perlakuan akhir (post-treatment) pada serat atau kain pada tahap finishing (Anonim, 2005).

Proses akhir pada produksi dengan pemberian nilai tambah bahan antibakteri menjadi penting untuk menghasilkan kain yang aman dan sehat. Pada umumnya, tujuan perlakuan kain dengan bahan antibakteri adalah : 1). Untuk mencegah infeksi silang oleh mikroorganisme patogen, 2). Untuk mengontrol penyebaran

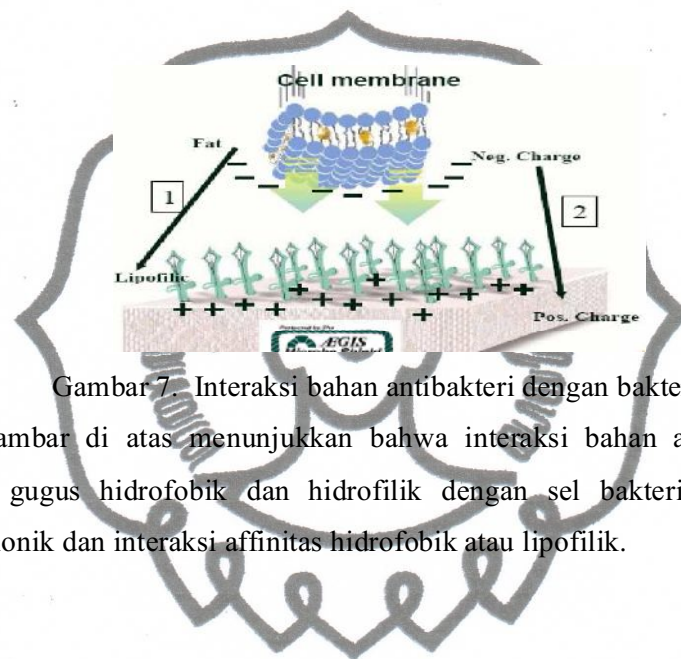
mikroba, 3). Untuk menghambat metabolisme mikroba sehingga mengurangi timbulnya bau yang tidak menyenangkan, 4). Untuk melindungi produk kain dari noda, merusak warna serta menurunkan kualitas kain (Ramachandran, 2003).

Kain sebagai produk garmen semestinya memenuhi syarat dalam hal kemudahan pembasahan sekaligus tahan terhadap proses pencucian serta aman dan nyaman digunakan sebagai bahan pakaian. Oleh karena itu, sangat penting memperhitungkan efek senyawa/bahan yang digunakan sebagai nilai tambah pada proses akhir produksi kain terhadap kekuatan kain serta daya tahan termal dan mekanis. Beberapa syarat yang harus dipenuhi untuk mendapatkan manfaat yang maksimal dari proses pemberian nilai tambah antibakteri pada kain adalah : 1). Ketahanan terhadap pencucian basah maupun kering serta pencucian dengan panas, 2). Mempunyai aktivitas selektif terhadap mikroorganisme tidak menyenangkan, memberikan kontrol efektif terhadap bakteri dan jamur, 3). Tidak memberikan efek berbahaya bagi produsen, pengguna, maupun lingkungan, 4). Metode mudah diaplikasikan dengan proses tekstil secara umum, 5). Tidak mengurangi kualitas kain.

Bahan antibakteri dapat digunakan pada kain dengan berbagai cara, seperti teknik penguapan, penambahan bahan pengisi secara kering, pelapisan, penyemprotan, dan etnik pembusaan. Ramachandran (2003) merekomendasikan beberapa senyawa yang dapat digunakan sebagai bahan antibakteri pada kain, yaitu : 1). Oksidator, seperti aldehida dan halogen yang dapat menyerang membran sel, 2). Koagulan, 3). Produk triklosan yang berfungsi sebagai disinfektan, 4). Senyawa ammonium kuarterner, amina dan glukoprotamin yang menunjukkan sifat polikationik, 5). Senyawa kompleks logam (Cd, Ag, dan Cu), 6). Kitosan sebagai bahan antibakteri alami.

Vigo dalam Lee *et al.* (1999) menyebutkan bahwa sejauh ini banyak bahan antibakteri yang digunakan untuk memberikan sifat antibakteri pada kain, seperti: senyawa halogen aromatik, organometalik, garam anorganik, garam ammonium kuarterner, garam organosilikon ammonium kuarterner. Namun, salah satu pertimbangan utama dalam memilih bahan antibakteri adalah tidak toksik.

Aktivitas antibakteri dapat melalui cara membunuh mikroorganisme (bakteriosidal) dan atau penghambat pertumbuhan mikroorganisme (bakteriostatik) dengan jalan menghancurkan atau mengganggu dinding sel, menghambat sintesis dinding sel, menghambat sintesis protein dan asam nukleat, merusak DNA, denaturasi protein, menghambat aktivitas enzim. Interaksi kitosan dengan bakteri dapat dilihat seperti Gambar. 6 (Anonim, 2005; Brooks *et al.*, 1986).



Gambar 7. Interaksi bahan antibakteri dengan bakteri.

Gambar di atas menunjukkan bahwa interaksi bahan antibakteri yang memiliki gugus hidrofobik dan hidrofilik dengan sel bakteri dapat melalui interaksi ionik dan interaksi afinitas hidrofobik atau lipofilik.

B. Kerangka Pemikiran

Kitosan merupakan polimer kationik dan memiliki kegunaan yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya sebagai antibakteri (Ramachandran, *et al.*, 2003). Washino dalam Kim *et al.* (1998) menyebutkan bahwa gugus amina terprotonasi dapat menghambat pertumbuhan bakteri dengan menahan muatan ion negatif mikroorganisme. Franklin dalam Kim *et al.* (2002) menyebutkan bahwa target desinfektan kationik adalah membran sitoplasma mikrobial yang mengandung protein dan fosfolipid.

Penelitian Purnawan dkk (2008) menyebutkan bahwa aktivitas antibakteri kitosan pada kain katun hanya sekitar 67% sebelum pencucian dan jauh menurun menjadi sekitar 43% setelah pencucian kain dalam waktu kontak 3 jam.

Lei *et al.* (2008) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa kitosan jika dikompositkan dengan TiO_2 tidak hanya menghambat pertumbuhan bakteri namun dapat bertindak sebagai bakterisidal pada kain kasa dengan kemampuan menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, *Aspergillus niger* dan *Candida albicans* hingga 99.96%, 100% dan 78.3% setelah waktu kontak 24 jam pada suhu ruang tanpa adanya perlakuan dengan sinar UV. Aktivitas antibakteri komposit kitosan/ TiO_2 dalam menghambat *E. coli* sedikit menurun menjadi 90% setelah pencucian dengan aquades dalam waktu kontak 4 jam.

Dari uraian diatas, sangat dimungkinkan penambahan TiO_2 ke dalam kitosan dapat meningkatkan sifat antibakteri pada kain katun sehingga dapat meningkatkan kualitas kain.

D. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini antara lain :

- a. Penambahan TiO_2 pada kitosan membentuk komposit kitosan/ TiO_2 dapat meningkatkan aktivitas antibakteri kain katun terhadap *Staphylococcus aureus*.
- b. Jika terdapat interaksi yang kuat antara komposit dengan serat kain maka masih terdapat aktivitas antibakteri komposit kitosan/ TiO_2 pada kain katun setelah pencucian baik memakai detergen maupun tidak terhadap pertumbuhan *Staphylococcus aureus*.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen laboratorium. Preparasi komposit dilakukan dengan pengemulsian kitosan dan TiO_2 dalam asam asetat 0,3% dengan cara sonikasi. Kajian komposit dilakukan dengan FTIR dan XRD. Karakterisasi kain dilakukan dengan XRD dan XRF. Sedangkan uji aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dilakukan dengan metode *shake flash* (pengujian secara turbidimetri).

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UNS, Laboratorium Pusat MIPA UNS, dan Laboratorium Jurusan Biologi FMIPA UNS. Waktu penelitian dimulai dari bulan September 2010 hingga November 2011.

C. Alat dan Bahan yang digunakan

1. Alat

- a. *Ultrasonic Vibrator*
- b. *Autoclave*
- c. *Rotary Incubator*
- d. Spektrofotometer UV-Vis
- e. *Laminer Air flow*
- f. *Micropipet, Blue tip, dan Yellow tip*
- g. Spektrofotometer infra merah (FTIR)
- h. Alat difraksi sinar-X (XRD)
- i. Peralatan XRF
- j. Oven
- k. Alat-alat gelas
- l. Lampu UV
- m. Lampu Halogen

2. Bahan

- a. Kain kassa
- b. Kitosan
- c. TiO_2 anatase (dibeli dari Bratachem Surakarta)
- d. Larutan bakteri *Staphylococcus aureus*
- e. Larutan asam asetat 0,3%
- f. Media TSB (*Triphthone Soya Broth*)
- g. Aquades
- h. NaOH
- i. Asam sitrat
- j. Etanol 70%

E. Prosedur Penelitian

1. Pembuatan Komposit Kitosan/ TiO_2

Kitosan dari cangkang udang dan TiO_2 dilarutkan dalam larutan asam asetat 0,3 % (v/v) hingga volume 50 ml. Dibuat variasi komposisi kitosan: TiO_2 = 50:0, 40:10, 30:20, 20:30, 10:40, 0:50 mg dan diemulsikan dengan ultrasonik selama 30 menit. Emulsi ditambah dengan larutan asam sitrat 0,2% dalam etanol 3%.

2. Pelapisan Kain Kassa dengan Komposit Kitosan/ TiO_2

Kain kassa dengan ukuran 3 x 6 cm dicelupkan ke dalam variasi emulsi kitosan/ TiO_2 pada suhu 70 °C. Kain kemudian dicuci dengan aquades selama 5 menit dilanjutkan dengan NaOH 0,1 M selama 2 menit dan dicuci lagi dengan aquades selama 5 menit sebelum dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 2 jam.

3. Uji Aktivitas Antibakteri Kain

Metode yang digunakan adalah *shake flash method*. Media TSB 3% (b/v) sebanyak 25 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL yang sudah steril.

commit to user

Kain ukuran 3 x 6 cm yang telah dilapisi komposit dimasukkan ke dalam media dan disterilkan dengan *autoclave* pada suhu 121 °C selama 20 menit. Setelah dingin, sebanyak 0.5 mL larutan bakteri *Staphylococcus aureus* hasil inkubasi selama 24 jam dimasukkan ke dalam masing-masing media sampel dan diinkubasi untuk diukur absorbansinya. Inkubasi dilakukan dengan tiga cara yaitu diletakkan di dalam *shaker incubator* pada suhu 37°C, diletakkan dalam reaktor dengan disinari UV, dan yang terakhir diletakkan dalam reaktor yang disinari dengan sinar tampak. Pengukuran absorbansi sampel dilakukan pada jam ke-0, 6, 12, 18, 24 menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 610 nm. Percobaan dilakukan duplo. Dari data tersebut, dihitung prosentase daya hambat (inhibisi) kain berlapis komposit kitosan/TiO₂ pada perlakuan tanpa penyinaran serta penyinaran baik dengan sinar UV maupun tampak dengan mengkonversikan absorbansi kedalam kerapatan sel (CPU/ml) dengan kurva standar.

$$\text{inhibisi (\%)} = \frac{(A_t - A_0) - (B_t - B_0)}{A_t - A_0} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Dengan:

A₀ = jumlah bakteri kontrol jam ke-nol

A_t = jumlah bakteri kontrol jam ke-t

B₀ = jumlah bakteri sampel jam ke-nol

B_t = jumlah bakteri sampel jam ke-t

3. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

E. Penentuan derajat deasetilasi (DD)

Derajat deasetilasi kitosan dapat ditentukan berdasarkan karakter spektra IR. Derajat deasetilasi (DD) kitosan diperoleh dari perbandingan absorbansi puncak daerah serapan sekitar 1650 cm⁻¹ yang merupakan serapan gugus karbonil dan absorbansi puncak serapan sekitar 3400 cm⁻¹ yang merupakan serapan hidroksil sebagai standar internal atau puncak referensi dari metode spektroskopi IR. Semakin besar derajat deasetilasi kitosan, maka intensitas serapan pada daerah

commit to user

sekitar 1650 cm^{-1} yang menunjukkan $\text{C}=\text{O}$ *stretching* semakin menurun, sedangkan intensitas serapan pada daerah sekitar 1596 cm^{-1} yang menunjukkan amina primer ($-\text{NH}_2$) semakin meningkat.

2. Analisa interaksi antara senyawa penyusun komposit

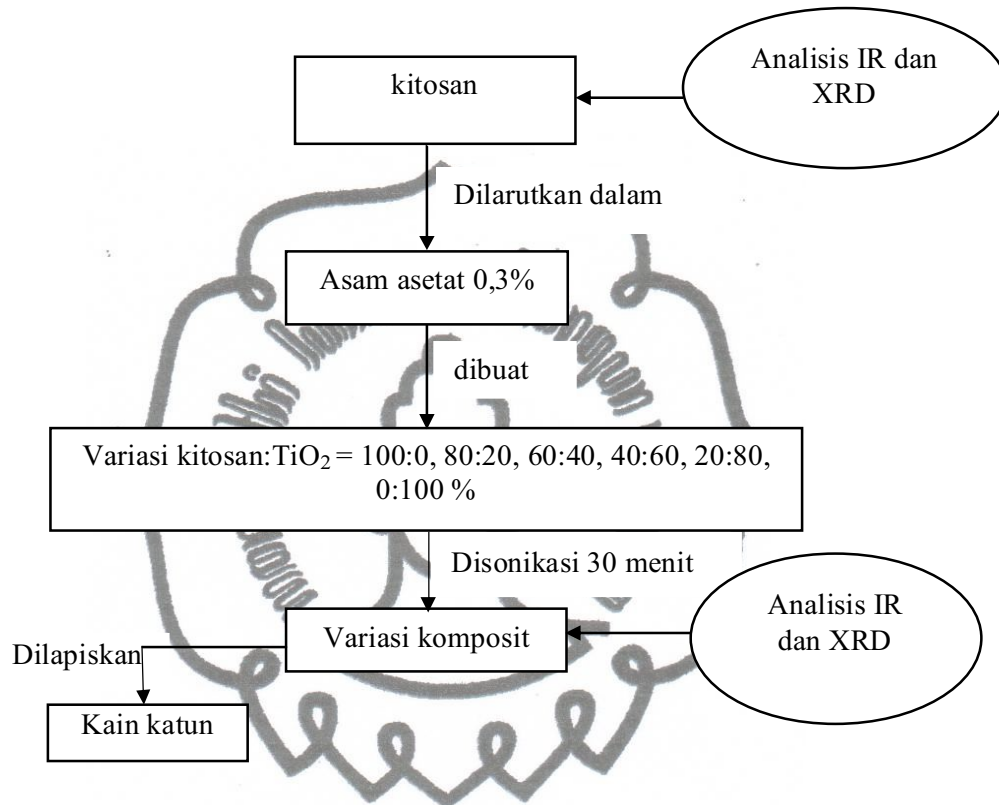
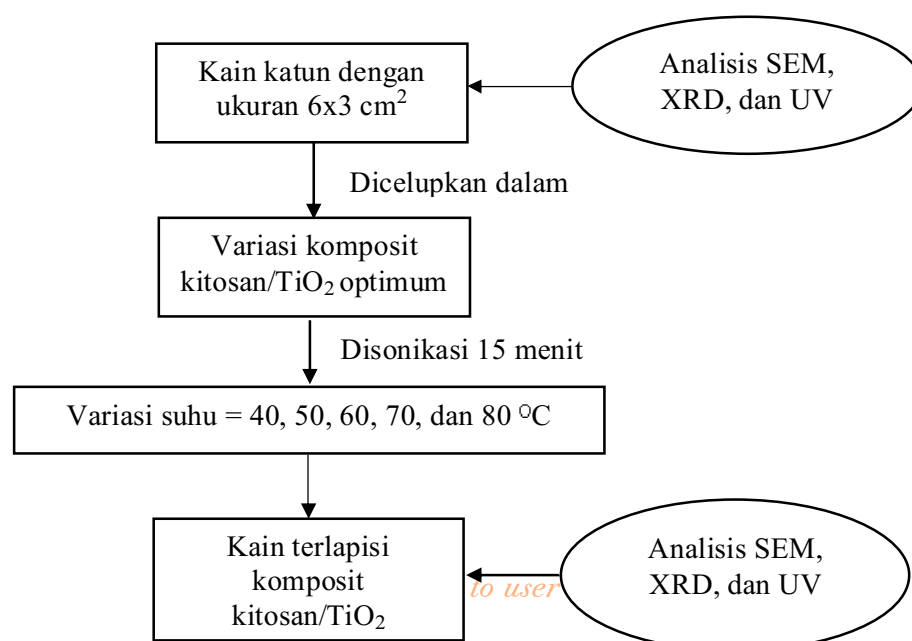
Dapat dipelajari dengan menggunakan data spektra IR menggunakan FTIR dan kristanilitas menggunakan XRD. Adanya penurunan intensitas pada serapan tertentu dan munculnya serapan baru mengindikasikan adanya ikatan baru. Hal serupa ditunjukkan oleh difaktogram XRD, munculnya difaktogram baru mengindikasikan adanya pembentukan serapan baru dengan pola kristal yang berbeda.

3. Analisis permukaan kain yang dilapisi komposit

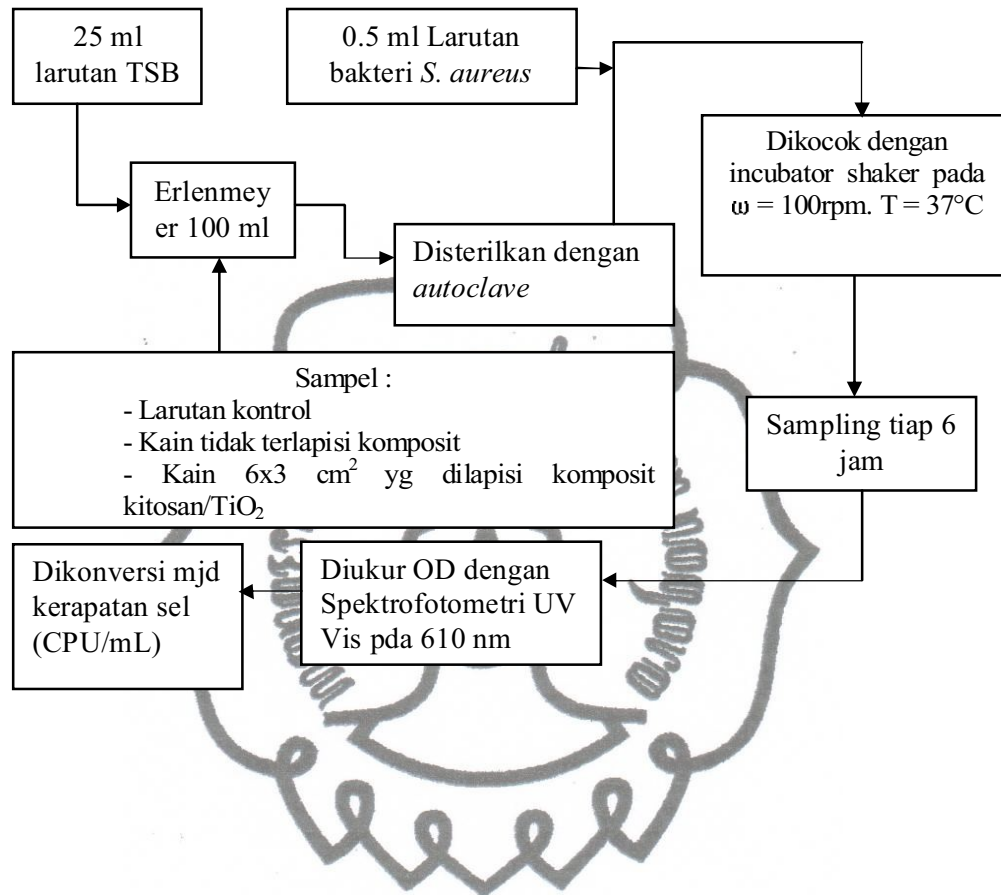
Proses pelapisan kain dengan komposit kitosan/ TiO_2 dianalisis dengan XRD dan XRF, diperoleh data karakteristik dari kain katun dengan komposit kitosan/ TiO_2 . Data XRD yang akan diperoleh berupa difraktogram yang menunjukkan pola difraksi 2θ . Terbentuknya ikatan antara serat kain, dengan kitosan/ TiO_2 ditandai dengan terjadinya pergeseran pola difraksi utama kitosan pada posisi 2θ serta jarak antar puncak utama.

4. Analisis kemampuan aktivitas antibakteri

Pada tahap pengujian aktivitas antibakteri, diketahui pada variasi komposit mana yang memberikan daya hambat terhadap pertumbuhan bakteri paling optimum. Pengujian aktivitas antibakteri dengan Spektrofotometer UV-VIS ini menghasilkan data absorbansi sampel pada konsentrasi komposit kitosan/ TiO_2 tertentu.

Skema/Bagan alir penelitian**1. Pembuatan komposit kitosan/TiO₂****2. Proses pelapisan kain dengan komposit Kitosan/TiO₂**

3. Uji aktivitas antibakteri kain



DAFTAR PUSTAKA

commit to user