(12) PATEN INDONESIA

(19) DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL

(11) IDS000009798 B

(45) 06 Februari 2025

(51) Klasifikasi IPC[8] : D 01D 11/00(202101)

(21) No. Permohonan Paten : S00202107516

(22) Tanggal Penerimaan: 14 September 2021

(30) Data Prioritas :

(31) Nomor	(32) Tanggal	(33) Negara

(43) Tanggal Pengumuman: 29 November 2021

(56) Dokumen Pembanding:
US20050100574A1
EP 1246956A1

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :
LPPM Universitas Negeri Yogyakarta
Jl. Colombo No. 1 Karangmalang
Depok

(72) Nama Inventor :
Prof. Dr. Eli Rohaeti, M.Si., ID
Amalia Sultan Nanda Annisa, ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

Pemeriksa Paten : Windyo Purwadi, ST.

Jumlah Klaim : 1

(54) Judul Invensi : METODE PEMBUATAN NYLON ANTIBAKTERI

(57) Abstrak :

Invensi ini berhubungan dengan metode pembuatan dan produk kain nylon dimodifikasi dengan nanopartikel perak dan heksadesiltrimetoksisilan (HDTMS) serta penggunaannya sebagai bahan antibakteri. Komposisi bahan sesuai invensi ini terdiri dari kombinasi kain nylon, HDTMS, dan nanopartikel perak,sedangkan metode sesuai invensi ini meliputi langkah-langkah berikut: merendam kain nylon dalam koloid nanopartikel perak kemudian dipusingkan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm selama 24 jam dan dilanjutkan selama 70 jam. Mengeringkan nylon yang telah direndam dan dipusingkan pada suhu kamar. Melarutkan HDTMS dalam etanol 4% dan mengaduknya selama 6 jam sebelum diaplikasikan pada kain nylon dan nylon-Ag. Mencelupkan nylon dan nylon-Ag dalam larutan HDTMS selama 60 menit pada temperatur kamar menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm. Kain nylon dan nylon-Ag yang telah dicelupkan dalam HDTMS dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam. Produk kain nylon sesuai invensi ini memiliki sudut kontak dan efek penghambatan efektif terhadap pertumbuhan bakteri *S.aureus* dan *E.coli*. Penggunaan kain nylon dideposit nanopartikel perak dapat meningkatkan aktivitas antibakteri terhadap *E.coli*, sedangkan nylon yang dilapisi HDTMS dan nanopartikel perak secara simultan dapat meningkatkan sudut kontak (antikotor)dari kain nylon.

Deskripsi

METODE PEMBUATAN NYLON ANTIBAKTERI

Bidang Teknik Invensi

Invensi ini berhubungan dengan metode pembuatan produk kain nylon dimodifikasi dengan nanopartikel perak dan heksadesiltrimetoksisilan (HDTMS) dan penggunaannya sebagai bahan antibakteri.

Latar Belakang Invensi

Nylon merupakan salah satu serat sintetik yang sukses secara komersial, dihasilkan dari reaksi kopolimerisasi antara asam adipat dan heksametilendiamin membentuk polimer dengan struktur supermolekuler yang sangat kristalin. Nylon digunakan dalam pembuatan kaos kaki, pakaian parasut, dan tali pancing. Bahan Nylon memiliki beberapa kelebihan, yaitu memiliki tingkat ketahanan (keuletan) yang tinggi, tahan panas (titik leleh sekitar 250^0C), dan dapat dengan mudah dimodifikasi secara kimia untuk meningkatkan kualitas dan daya tahan pemakaiannya. Berdasarkan karakteristik dan kelebihan tersebut, maka Nylon dapat digunakan sebagai acuan dalam melakukan inovasi terhadap bahan tekstil.

Atas dasar penggunaan jenis kain nylon berisiko lebih besar terkena keringat dan air, sehingga menjadi media yang baik untuk tumbuhnya bakteri. Kebutuhan bahan tekstil di Indonesia khususnya bahan tekstil antibakteri mendorong untuk terus dilakukan pengembangan terhadap kualitas maupun jenis bahan tekstil. Dengan demikian kain nylon yang memiliki sifat antibakteri merupakan suatu kebutuhan saat ini.

Teknologi nanopartikel dapat diaplikasikan dalam industri tekstil untuk memodifikasi berbagai serat tekstil agar memiliki sifat antibakteri. Nanopartikel perak merupakan salah satu nanostruktur yang sudah terbukti menunjukkan aktivitas antibakteri efektif. Nanopartikel perak terbukti menghambat pertumbuhan dari bakteri *Eschericia coli*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*.

Sifat antibakteri dari tekstil dapat dikembangkan dengan cara pelapisan nanopartikel perak pada bahan tekstil, misalnya pada katun, sutera, wol, dan poliester. Aktivitas antibakteri ini dipengaruhi oleh ukuran partikel perak. Semakin kecil ukuran nanopartikel maka aktivitasnya semakin meningkat. Ukuran optimal nanopartikel perak adalah yang berukuran kecil dengan distribusi sangat sempit. Selain itu, pada konsentrasi rendah nanopartikel perak ini aman digunakan pada tubuh manusia karena nanopartikel perak ini non-toksik untuk manusia. Preparasi nanopartikel perak dapat dilakukan dengan berbagai macam metode di antaranya: *sputtering*, reduksi menggunakan reduktor organik, reduksi menggunakan jamur, dan reduksi menggunakan natrium sitrat dan natrium borohidrida.

Hidrofobisitas tekstil mempengaruhi sifat antikotor dari tekstil. Tekstil dengan sifat antikotor yang bagus sering disebut sebagai *self-cleaning textile*. Sifat hidrofob (antikotor) ini dapat dikembangkan dengan cara modifikasi bahan tekstil dengan menggunakan senyawa berbasis silan. Pelapisan bahan serat oleh senyawa silan dengan energi permukaan yang rendah terbukti dapat meningkatkan hidrofobisitas serat. Pelapisan ini terinspirasi dari sifat permukaan daun tanaman *Nelumbo nucifera* atau yang sering disebut teratai yang bersifat hidrofob. Beberapa jenis senyawa berbasis silan telah

dipakai untuk memodifikasi tekstil seperti *γ-methacryloxypropyl trimethoxy silane* (MAPS) dan heksametildisilazen (HMDS), *perfluorooctylated quaternary ammonium silane coupling agent* (PFSC); polimetilhidroksilosan (PMHS) dan *Tetraethoxysilane* (TEOS); serta Heksadesiltrimetoksisilan (HDTMS).

Berdasarkan latar belakang invensi, maka invensi ini berupa modifikasi nylon untuk meningkatkan sifat antibakteri dan antikotor. Pelapisan nanopartikel perak dan pelapisan HDTMS dilakukan untuk meningkatkan sifat antibakteri dan hidrofobisitas serat nylon. Pembuatan nanopartikel perak dilakukan dengan metode reduksi larutan $AgNO_3$. Pelapisan senyawa HDTMS dilakukan melalui metode pencelupan. Karakterisasi yang dilakukan meliputi analisis keberhasilan pembentukan nanopartikel perak dengan spektrofotometer UV-Vis. Sudut kontak dan aktivitas antibakteri serat nylon dianalisis untuk mengetahui pengaruh penambahan nanopartikel dan senyawa HDTMS.

Beberapa paten yang sudah ada seperti ***Paten US* nomor 20050100574A1** dengan judul : *Antibacterial polyester resin composition* diklaim bahwa resin poliester pada kadar 10 – 89% yang dikombinasikan dengan senyawa anorganik antibakteri berupa perak-zeolit dengan kadar 10 – 60% dapat menghasilkan produk poliester yang mudah diproses dan didispersikan. Pada paten tersebut diungkapkan poliester yang digunakan masih berbentuk resin dengan massa molekul rendah 1800 – 3000 sehingga aplikasinya masih terbatas. Selanjutnya ***US* Patent 6227258B1** dengan judul: *Method of making textile articles impregnated with predetermined levels of antibacterial activity* diungkapkan bahwa tekstil antibakteri berhasil dibuat dengan penambahan bahan antibakteri berupa zeolit dan zeolit termodifikasi

dengan perak, tembaga, dan seng. Produk teksil yang dihasilkan lebih fleksibel dan lebih nyaman serta dapat diaplikasikan sebagai bahan pakaian, pabrik tekstil, linen di rumah sakit, serta sebagai material berbasis polimer untuk riset biomedis, serta sebagai serat logam untuk keperluan sanitasi. Begitu pula dalam **Paten EP 1246956A1** dengan judul: *Textile articles impregnated with antibacterial constituents* diklaim tentang zeolit hasil modifikasi sebagai bahan antibakteri dalam memproduksi tekstil antibakteri. **Paten WO 2012074419A2** dengan judul: *Process of manufacturing textile barrier materials* diklaim tentang proses pembuatan tekstil dari serat poliester dengan metode presipitasi emulsi dan dimodifikasi dengan penambahan alkoksisilan, TiO_2 dari anatas, dan komposit oksida. Produk poliester yang dihasilkan bersifat tahan UV dan tahan mikroorganisme. Tekstil dengan sifat antikotor diungkap dalam ***Paten US* bernomor 20040154106A1** yang berjudul: *Flat textile structures with self-cleaning and water-repellent surfaces*. Paten tersebut mengungkapkan metode untuk membuat tekstil antikotor dengan cara menggabungkan dua bahan utama yaitu material dasar berupa tekstil sintetis atau tekstil alami (polietilen, poliester, polistiren, polipropilen; serat katun, serat sisal, serat kelapa) dan resin atau pelapis berupa silikat, mineral, oksida logam, dan serbuk logam. Tekstil antikotor yang dihasilkan dapat diaplikasikan sebagai bahan karpet, gorden, tali, *wallpaper*, dan *garment*.

Paten yang berkaitan dengan modifikasi kain nylon sebagai bahan antibakteri dan antikotor belum ada. Begitu pula dengan uji aktivitas antibakteri terhadap kain nylon belum ada yang mengajukan perlindungannya. Invensi ini menyediakan metode modifikasi kain nylon menggunakan nanopartikel perak dan senyawa silan

(Heksadesiltrimetoksi silan/HDTMS) serta dilakukan berbagai pengujian aktivitas antibakteri dan sudut kontak. Koloid nanopartikel perak yang digunakan sesuai invensi ini berwarna kuning kecoklatan dengan puncak absorpsi spektrum UV-Vis pada 411 nm diperoleh secara reduksi kimia dari larutan perak nitrat dengan reduktor natrium borohidrida. Kain nylon dilapisi oleh nanopartikel perak menunjukkan penghambatan efektif terhadap pertumbuhan bakteri *S.aureus* dan *E.coli*. Kain nylon bersifat antikotor ditunjukkan oleh peningkatan sudut kontak setelah dimodifikasi dengan nanopartikel perak dan senyawa HDTMS. Keunggulan invensi ini dibandingkan dengan paten sebelumnya, yaitu modifikasi terhadap kain nylon dengan nanopartikel perak dan HDTMS dapat menghasilkan kain nylon antibakteri sekaligus bersifat antikotor.

Uraian Singkat Invensi

Sesuai invensi ini disediakan suatu metode pembuatan dan produk kain nylon hasil modifikasi. Komposisi bahan sesuai invensi ini terdiri atas kombinasi kain nylon, HDTMS, dan nanopartikel perak, sedangkan metode sesuai invensi ini meliputi langkah-langkah berikut: menyiapkan koloid nanopartikel perak dengan cara mencampurkan larutan perak nitrat dan polivinil alkohol serta memanaskannya sampai suhu 80 - 90^0C sambil diaduk dan menambahkan larutan natrium borohidrida secara perlahan pada suhu 81^0C, pemanasan dihentikan dengan tetap melakukan pengadukan sampai mencapai suhu kamar sambil dialiri gas nitrogen, merendam kain nylon dalam koloid nanopartikel perak kemudian dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm selama 24 jam, dilanjutkan merendam kain nylon dalam

koloid nanopartikel perak selama 70 jam. Mengeringkan nylon yang telah direndam dalam koloid nanopartikel perak pada suhu kamar sehingga diperoleh produk kain nylon dideposit nanopartikel perak. Melarutkan HDTMS dalam etanol 4% dan mengaduknya selama 6 jam sebelum diaplikasikan pada kain nylon dan nylon dideposit nanopartikel perak. Mencelupkan kain nylon dan nylon dideposit nanopartikel perak dalam larutan HDTMS selama 1 jam pada temperatur kamar menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm. Kain nylon dan nylon dideposit nanopartikel perak yang telah dicelupkan dalam HDTMS dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam sehingga diperoleh produk kain nylon dilapisi HDTMS dan kain nylon dideposit nanopartikel perak serta dilapisi HDTMS.

Produk kain nylon sesuai invensi ini memiliki sudut kontak dan efek penghambatan efektif terhadap pertumbuhan bakteri *S.aureus* dan *E.coli*. Penggunaan kain nylon dilapisi nanopartikel perak dan dilapisi HDTMS dapat meningkatkan aktivitas antibakteri dan meningkatkan sudut kontak (hidrofobisitas) kain nylon.

Uraian Lengkap Invensi

Bahan baku pembuatan kain nylon antibakteri terdiri dari kain nylon, HDTMS, dan nanopartikel perak. Nanopartikel perak dibuat dengan cara reduksi kimia. Koloid nanopartikel perak disiapkan dengan cara larutan perak nitrat 10^{-3} M dimasukkan ke dalam labu leher tiga kemudian direfluks sampai suhu 80 - 90˚C sambil dilakukan pengadukan. Gas nitrogen dialirkan dan ditambahkan tetes demi tetes dengan natrium borohidrida ke dalam larutan pada suhu sekitar 81˚C sampai larutan berwarna kuning. Proses dihentikan, kemudian dilakukan pengadukan tetap sampai larutan mencapai suhu kamar.

Nanopartikel perak yang terbentuk dikarakterisasi dengan UV-Vis.

Suatu metode untuk membuat produk kain nylon antibakteri meliputi langkah-langkah berikut: merendam kain nylon (N) dalam koloid nanopartikel perak kemudian dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm selama 24 jam, merendam kembali kain nylon dalam koloid nanopartikel perak selama 70 jam, mengeringkan nylon yang telah direndam pada suhu kamar (N-Ag), melarutkan HDTMS dalam etanol 4% dan mengaduknya selama 6 jam sebelum diaplikasikan pada produk N dan N-Ag, mencelupkan produk N dan N-Ag dalam larutan HDTMS selama 60 menit pada temperatur kamar menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm, mengeringkan produk N dan N-Ag yang telah dicelupkan dalam HDTMS pada suhu kamar sehingga dihasilkan produk N-HDTMS dan N-Ag-HDTMS, mencelupkan produk N-HDTMS dalam koloid nanopartikel perak selama 60 menit pada temperatur kamar menggunakan *shaker d*engan kecepatan 155 rpm, mengeringkan N-HDTMS yang telah direndam dalam koloid nanopartikel perak pada suhu kamar sehingga diperoleh produk N-HDTMS-Ag.

Produk kain nylon yang dibuat sesuai dengan metode yang dijelaskan tersebut dapat divariasikan dengan komposisi HDTMS dan nanopartikel perak. Pelapisan nanopartikel perak dan HDTMS menunjukkan peningkatan sudut kontak dari kain nylon. Nylon yang dimodifikasi dengan nanopartikel perak dan HDTMS secara simultan menunjukkan sudut kontak paling tinggi. Penambahan nanopartikel perak meningkatkan aktivitas antibakteri dari kain nylon.

Aktivitas antibakteri kain nylon dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus.* Penambahan nanopartikel perak meningkatkan aktivitas antibakteri nylon dalam menghambat pertumbuhan

bakteri *Escherichia coli*. Diameter zona hambat kain nylon yang dideposit HDTMS dan nanopartikel perak (N-HDTMS-Ag)dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* tertinggi pada 24 jam inkubasi (Tabel 1), sedangkan kain nylon yang dimodifikasi dengan penambahan nanopartikel perak ((N-Ag) dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* menunjukkan aktivitas tertinggi pada 24 jam inkubasi seperti ditunjukkan oleh Tabel 2. Kain nylon yang dimodifikasi dengan penambahan nanopartikel perak (N-Ag) memperlihatkan aktivitas antibakteri tertinggi dibandingkan dengan produk kain nylon lainnya dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* (Tabel 2).

Sudut kontak kain nylon tanpa penambahan HDTMS adalah 102,54°, sedangkan yang telah dimodifikasi dengan nanopartikel perak (Ag), HDTMS, kombinasi nanopartikel perak dan HDTMS, serta kombinasi HDTMS dan nanopartikel perak adalah berturut-turut 117,19°, 118,42°, 127,46^0, dan 120,64°. 2. Suatu produk kain nylon yang dibuat memiliki karakteristik sudut kontak tertinggi sebesar 120,64^0 dan aktivitas antibakteri tertinggi dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* sebesar 8,86 mm (Tabel 2).

Tabel 1. Aktivitas Antibakteri Nylon dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus ATCC 25923*

Produk	Aktivitas Antibakteri/Zona hambat dalam mm (pada Jam ke-)					
	12	24	36	48	60	72
Nylon	6,03	6,75	6,33	6,35	6,63	6,58
Nylon-Ag	6,99	6,66	6,97	6,84	7,27	6,94
Nylon-HDTMS	6,85	6,65	6,71	6,35	7,70	6,85
Nylon-Ag-HDTMS	7,08	7,04	6,98	6,48	7,37	7,16
Nylon-HDTMS-Ag	6,66	7,82	7,06	6,68	7,35	7,22

Tabel 2. Aktivitas Antibakteri Nylon dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* PNCC 0049

Produk	Aktivitas Antibakteri/Zona hambat dalam mm (pada Jam ke-)					
	12	24	36	48	60	72
Nylon	6,23	6,86	6,09	6,96	6,61	6,27
Nylon-Ag	8,34	8,86	7,99	8,64	8,48	8,05
Nylon-HDTMS	6,88	6,35	7,56	6,87	6,99	6,40
Nylon-Ag-HDTMS	8,01	7,87	8,00	8,53	7,26	6,46
Nylon-HDTMS-Ag	7,42	7,38	7,71	7,53	6,83	7,25

Klaim

1. Suatu metode untuk membuat produk kain nylon antibakteri meliputi langkah-langkah berikut:

a. Merendam kain nylon (N) dalam koloid nanopartikel perak kemudian dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm selama 24 jam,

b. Merendam kembali kain nylon dalam koloid nanopartikel perak selama 70 jam,

c. Mengeringkan nylon yang telah direndam pada suhu kamar (N-Ag),

d. Melarutkan HDTMS dalam etanol 4% dan mengaduknya selama 6 jam sebelum diaplikasikan pada produk N dan N-Ag,

e. Mencelupkan produk N dan N-Ag dalam larutan HDTMS selama 60 menit pada temperatur kamar menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm,

f. Mengeringkan produk N dan N-Ag yang telah dicelupkan dalam HDTMS pada suhu kamar sehingga dihasilkan produk N-HDTMS dan N-Ag-HDTMS,

g. Mencelupkan produk N-HDTMS dalam koloid nanopartikel perak selama 60 menit pada temperatur kamar menggunakan *shaker d*engan kecepatan 155 rpm,

h. Mengeringkan N-HDTMS yang telah direndam dalam koloid nanopartikel perak pada suhu kamar sehingga diperoleh produk N-HDTMS-Ag.

Abstrak

METODE PEMBUATAN NYLON ANTIBAKTERI

Invensi ini berhubungan dengan metode pembuatan dan produk kain nylon dimodifikasi dengan nanopartikel perak dan heksadesiltrimetoksisilan (HDTMS) serta penggunaannya sebagai bahan antibakteri. Komposisi bahan sesuai invensi ini terdiri dari kombinasi kain nylon, HDTMS, dan nanopartikel perak,sedangkan metode sesuai invensi ini meliputi langkah-langkah berikut: merendam kain nylon dalam koloid nanopartikel perak kemudian dipusingkan menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm selama 24 jam dan dilanjutkan selama 70 jam. Mengeringkan nylon yang telah direndam dan dipusingkan pada suhu kamar. Melarutkan HDTMS dalam etanol 4% dan mengaduknya selama 6 jam sebelum diaplikasikan pada kain nylon dan nylon-Ag. Mencelupkan nylon dan nylon-Ag dalam larutan HDTMS selama 60 menit pada temperatur kamar menggunakan *shaker* dengan kecepatan 155 rpm. Kain nylon dan nylon-Ag yang telah dicelupkan dalam HDTMS dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam. Produk kain nylon sesuai invensi ini memiliki sudut kontak dan efek penghambatan efektif terhadap pertumbuhan bakteri *S.aureus* dan *E.coli*. Penggunaan kain nylon dideposit nanopartikel perak dapat meningkatkan aktivitas antibakteri terhadap *E.coli*, sedangkan nylon yang dilapisi HDTMS dan nanopartikel perak secara simultan dapat meningkatkan sudut kontak (antikotor)dari kain nylon.