



(12) PATEN INDONESIA

(11) IDS000002565 B

19) DIREKTORAT JENDERAL  
KEKAYAAN INTELEKTUAL

(45) 27 September 2019

Klasifikasi IPC<sup>8</sup> : B 05D 5/00(2006.01), H 05K 9/00(2006.01)  
# (H 05K 9:00 )

Nc. Permohonan Paten : SID201807633

Tanggal Penerimaan: 26 September 2018

ata Prioritas :

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

nggal Pengumuman: 31 Desember 2018

umen Pemanding:

006/029808 A.

014/0113144 A.

(71) Nama dan Alamat yang Mengajukan Permohonan Paten :  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang,  
Semarang, 50275,  
INDONESIA

(72) Nama Inventor :  
Silviana, ID  
Adi Darmawan, ID  
Agus Subagio, ID  
Ari Purnomo, ID  
Febio Dalanta, ID

(74) Nama dan Alamat Konsultan Paten :

Pemeriksa Paten : Sulhan Fathoni, S.T., M.Si.

Jumlah Klaim : 1

nsi : METODE PEMBUATAN PELAPIS TAHAN AIR BERBAHAN SILIKA GEOTERMAL DENGAN MENAMBAHKAN  
TRIMETILSILIL KLORIDA

nsi ini berkaitan dengan metode pembuatan pelapis tahan air dari bahan dasar silika dari limbah padatan Pembangkit Listrik  
as Bumi dengan menggunakan bahan kimia trimetilsilil klorida (C3H9SiCl) sebagai agen pemodifikasi sifat permukaan dengan  
posisi silika sebesar 5,5% b/v, trimetilsilil klorida sebesar 13% v/v dalam pelarut isooktana dengan tahapan awal pengecilan  
geotermal dengan kandungan 96% sebanyak 100 gram menggunakan penggilingan selama 2 jam kemudian diayak hingga  
uran silika kurang dari 200 nanometer, kemudian membuat larutan dengan mencampur silika sebanyak 5,5% b/v dengan  
na dilanjutkan pengadukan pada temperatur 50°C selama 1 jam, setelah itu dilakukan sonikasi pada larutan selama 15  
campuran 13% v/v trimetilsilil klorida dan diaduk dengan pada temperatur 50°C selama 1 jam. Larutan pelapis tahan air ini  
ulan dengan menghasilkan sifat superhidrofobik yang memiliki sudut kontak 180°.



## Deskripsi

### **METODE PEMBUATAN PELAPIS TAHAN AIR BERBAHAN SILIKA GEOTERMAL DENGAN MENAMBAHKAN TRIMETILSILIL KLORIDA**

#### **5 Bidang Teknik Invensi**

Invensi ini berkaitan dengan metode pembuatan pelapis tahan air dari bahan dasar silika dari limbah padatan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi dengan menggunakan bahan kimia trimetilsilil klorida ( $C_3H_9SiCl$ ) sebagai agen pemodifikasi sifat permukaan.

#### **Latar Belakang Invensi**

Pemanfaatan komponen bahan alam merupakan salah satu hal mendasar pada berbagai bidang kehidupan. Sifatnya yang dapat diperbaharui menjadikan bahan alam pilihan yang tepat untuk digunakan secara berkelanjutan. Namun, bahan alam hanya mampu bertahan dalam waktu yang sangat terbatas, setelah itu dengan cepat memburuk oleh kelembaban tinggi atau bakteri (Liese, 2007). Banyak upaya telah dilakukan untuk mencegah tingginya tingkat kelembaban bahan melalui peningkatan sifat hidrofobisitas, seperti asetilasi yang dibantu oleh karbon dioksida ( $CO_2$ ) superkritis (Silviana, 2014), asetilasi yang dibantu oleh karbon dioksida ( $CO_2$ ) superkritis (US Patent US20060029808A1) dan polimerisasi *in situ* (US Patent US6994045). Selain itu, pelapisan lebih lanjut telah diimplementasikan untuk meningkatkan hidrofobisitas menggunakan *heksadecyltrimethoxysilane* (HDTMS) (US Patent US 20140113144A1) dengan sudut kontak di bawah  $130^\circ$ . Invensi lebih lanjut untuk mengembangkan metode pelapisan tahan air telah dilakukan dengan menggunakan partikel *silsesquioxanes* yang menghasilkan

sudut kontak sebesar  $165^\circ$  (US Patent US200080221263A1). Namun hal metode tersebut menggunakan mekanisme sintesis *silsesquioxanes* yang amat kompleks, menghasilkan toksisitas serta biaya produksi tinggi (Hamidah dkk., 5 2016). Kelemahan lain dari metode ini juga mengharuskan pengulangan seluruh proses eksperimen, sehingga memakan waktu dan prosedur yang tidak efisien. Oleh karena itu, pengembangan metode sintesis yang sederhana untuk mempersiapkan permukaan tahan air tetap menjadi 10 tantangan. Kajian lebih lanjut untuk menghasilkan sifat tahan air dengan parameter sudut kontak lebih besar dari  $150^\circ$ .

Dalam invensi ini, sumber silika / silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang dipilih adalah limbah padat silika amorf 15 pembangkit tenaga listrik geotermal dengan alasan kandungan oksida silika relatif tinggi hingga 90% (LIPI, 2011). Limbah silika yang dihasilkan adalah 10 ton / hari di mana 10% adalah padatan silika. Dari data ini menunjukkan kelimpahan bahan baku silika (Silviana dkk., 20 2017). Selain itu, kandungan oksida silika tinggi ( $\text{SiO}_2$ ) sebesar 88,45% dengan sedikit pengotor dan bentuk amorf membuatnya lebih reaktif untuk membentuk natrium silikat (*waterglass*) dan mudah untuk memodifikasi permukaannya (Silviana dkk., 2017). Senyawa yang digunakan adalah 25 trimetilsilil klorida sebagai agen pemodifikasi sifat permukaan, dan isooktana sebagai pelarut dalam metode pembuatan pelapisan tahan air.

### Ringkasan Invensi

30 Invensi ini bertujuan untuk mendapatkan metode pembuatan larutan pelapis tahan air superhidrofobik. Metode pembuatan larutan tahan air ini memerlukan bahan berupa silika geotermal berukuran kurang dari 200

nanometer dengan kemurnian lebih dari 96%, trimetilsilil klorida, dan pelarut isooktana. Tahapan dalam metode pembuatan larutan pelapis tahan air adalah sebagai berikut. Pengecilan ukuran silika geotermal dengan kandungan 96% sebanyak 100 gram menggunakan alat penggiling dengan gerakan secara elips berenergi tinggi selama 2 jam, kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran silika yang seragam sehingga didapatkan ukuran silika kurang dari 200 nanometer. Setelah itu, pembuatan larutan dengan mencampur silika sebanyak 5,5% b/v pada pelarut isooktana menggunakan pengaduk magnetik pada temperatur 50°C selama 1 jam. Tahap selanjutnya yaitu lakukan sonikasi larutan tersebut menggunakan wadah yang dialiri gelombang ultrasonik selama 15 menit. Pada tahap terakhir, mencampurkan 13% v/v bahan kimia trimetilsilil klorida pada larutan yang telah disonikasi secara perlahan, kemudian diaduk dengan menggunakan pengaduk magnetik pada temperatur 50°C selama 1 jam.

## 20 Uraian Lengkap Invensi

Invensi yang diusulkan adalah metode pembuatan pelapis tahan air dengan bahan dasar silika geotermal hasil limbah pembangkit listrik tenaga panas bumi. Komposisi bahan pembuatan pelapis tahan air yaitu silika geotermal, trimetilsilil klorida sebagai agen pemodifikasi sifat permukaan, dan pelarut isooktana.

Sumber silika/ silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang dipilih adalah limbah padat silika amorf, karena kandungan silika yang mendekati 90%. Melalui penelitian ini, pembuatan material maju melalui pelapis tahan air dapat diproduksi dengan harga murah dan bersaing di pasar.

Dalam invensi ini dikembangkan lapisan tahan air menggunakan dengan matriks silika geotermal sebagai agen



kopling secara bersamaan. Hal ini karena limbah silika akan meningkatkan kekuatan adhesi, sementara trimetilsilil klorida akan memainkan peran dalam keseragaman ukuran molekul dan meningkatkan kekasaran permukaan (diameter puncak <20 nm) (Guerra dkk., 2012).

Preparasi limbah silika geotermal mengacu pada penelitian Silviana dkk. (2017) dengan beberapa modifikasi. Sebanyak 200 gram limbah silika geotermal tersebut dikeringkan pada temperatur 110 °C selama 24 jam untuk menghilangkan air yang terjebak didalam silika kemudian dihaluskan menggunakan alat penggiling sampai berukuran kurang dari 200 nanometer. Silika geothermal yang digunakan mengandung kemurnian 96,26 % dan kandungan besi (Fe) sebesar 0,488 %, luas permukaan 125,556 m<sup>2</sup>/g, volume pori 0,222 cc/g, dan jarak antar pori 15,939 amstrong.

Metode pembuatan pelapis tahan air melalui tahapan berikut. Awalnya membuat larutan tahan air dengan mencampur silika sebanyak 5,5% b/v dan (0,5% - 5,5% b/v) pada pelarut isooktana menggunakan pengaduk magnetik pada temperatur 50°C selama 1 jam. Kemudian melakukan sonikasi larutan menggunakan wadah yang dialiri gelombang ultrasonik selama 15 menit yang dimaksudkan untuk meningkatkan derajat dispersitas silika didalam pelarut. Selanjutnya mencampurkan 13% v/v dan (3% - 13% v/v) bahan kimia trimetilsilil klorida secara perlahan, kemudian di aduk dengan menggunakan pengaduk magnetik pada temperatur 50°C selama 1 jam. Aplikasi pelapis tahan air dengan formulasi ini menghasilkan sudut kontak hingga 180°. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis sudut kontak produk pelapis

Konsentrasi trimetilsilil klorida (% v/v)	Konsentrasi Silika (% b/v)	Respon Data Sudut kontak (derajat)
3	0,5	98
8	0,5	77
13	0,5	128
3	3	124
13	3	132
8	3	105
8	5,5	136
13	5,5	180
3	5,5	129

**Klaim**

1. Metode pembuatan pelapis tahan air berbahan silika geotermal dengan menambahkan trimetilsilil klorida dengan formulasi komposisi silika sebesar 5,5% b/v,  
5 trimetilsilil klorida sebesar 13% v/v dalam pelarut isooktana yang menghasilkan sudut kontak maksimum sebesar  $180^\circ$  terdiri dari:
  - 10 a. mengecilkan ukuran silika geotermal dengan kandungan 96% sebanyak 100 gram menggunakan penggilingan selama 2 jam kemudian diayak hingga didapatkan ukuran silika kurang dari 200 nanometer;
  - b. membuat larutan dengan mencampur silika sebanyak 5,5% b/v dengan pelarut isooktana kemudian diaduk pada temperatur  $50^\circ\text{C}$  selama 1 jam;
  - 15 c. melakukan sonikasi pada larutan b selama 15 menit;
  - d. mencampurkan 13% v/v trimetilsilil klorida pada larutan c, kemudian diaduk dengan pada temperatur  $50^\circ\text{C}$  selama 1 jam.

Abstrak

**METODE PEMBUATAN PELAPIS TAHAN AIR BERBAHAN SILIKA  
GEOTERMAL DENGAN MENAMBAHKAN TRIMETILSILIL KLORIDA**

5    Invensi ini berkaitan dengan metode pembuatan pelapis  
tahan air dari bahan dasar silika dari limbah padatan  
Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi dengan menggunakan  
bahan kimia trimetilsilil klorida ( $C_3H_9SiCl$ ) sebagai agen  
pemodifikasi sifat permukaan dengan formulasi komposisi  
10  silika sebesar 5,5% b/v, trimetilsilil klorida sebesar  
13% v/v dalam pelarut isooktana dengan tahapan awal  
pengecilan ukuran silika geotermal dengan kandungan 96%  
sebanyak 100 gram menggunakan penggilingan selama 2 jam  
kemudian diayak hingga didapatkan ukuran silika kurang  
15  dari 200 nanometer, kemudian membuat larutan dengan  
mencampur silika sebanyak 5,5% b/v dengan pelarut  
isooktana dilanjutkan pengadukan pada temperatur  $50^{\circ}C$   
selama 1 jam, setelah itu dilakukan sonikasi pada larutan  
selama 15 menit lalu pencampuran 13% v/v trimetilsilil  
20  klorida dan diaduk dengan pada temperatur  $50^{\circ}C$  selama 1  
jam. Larutan pelapis tahan air ini memiliki keunggulan  
dengan menghasilkan sifat superhidrofobik yang memiliki  
sudut kontak  $180^{\circ}$ .