



**LAPORAN AKHIR**  
**PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

***HI-TECH TEXTILE –***  
**SERAT KAIN SUPERHIDROFILIK/SUPERHIDROFOBİK**  
**DENGAN MATERIAL KOMPOSIT KITOSAN-POLISTIREN SEBAGAI**  
**BIOSENSOR PENYERAP KERINGAT PADA PAKAIAN ATLET**

**BIDANG KEGIATAN:**  
**PKM-PENELITIAN**

Disusun oleh:

Nur Aziezh Hapsari	C34090067	(2009)
Muhammad Fachrirozi	C34090068	(2009)
Idan Mardani	C34110048	(2011)
Erwanita Dyah Puri Sintoko	C34120054	(2012)
Zaenal Muttaqin	G24090036	(2009)

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**BOGOR**

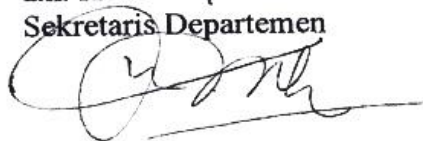
**2014**

## PENGESAHAN PKM-PENELITIAN

1. Judul Kegiatan : *Hi-Tech Textile* – Serat Kain Superhidrofilik/Superhidrofobik dengan Material Komposit Kitosan-Polistiren sebagai Biosensor Penyerap Keringat pada Pakaian Atlet
2. Bidang Kegiatan : PKM-Penelitian
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
  - a. Nama Lengkap : Nur Aziezh Hapsari
  - b. NIM : C34090067
  - c. Jurusan : Teknologi Hasil Perairan
  - d. Universitas : Institut Pertanian Bogor
  - e. Alamat rumah dan No.Hp: Wisma La Sapienza, Jalan Babakan Lio Nomor 17 RT 01 RW 08, Babakan Lio Darmaga, Bogor / 085717403219
  - f. Alamat email : [nuraziezhhapsari@gmail.com](mailto:nuraziezhhapsari@gmail.com)
4. Anggota pelaksana kegiatan : 4 orang
5. Dosen pendamping
  - a. Nama lengkap dan gelar : Bambang Riyanto, S.Pi, M.Si.
  - b. NIDN : 0003066903
  - c. Alamat rumah dan No.Hp: Taman Yasmin Jl.Katelia III/23 Bogor/08128022114
6. Biaya Kegiatan Total :
  - a. DIKTI : Rp 11.250.000,00
  - b. Sumber lain : -
7. Jangka waktu pelaksanaan : 5 bulan

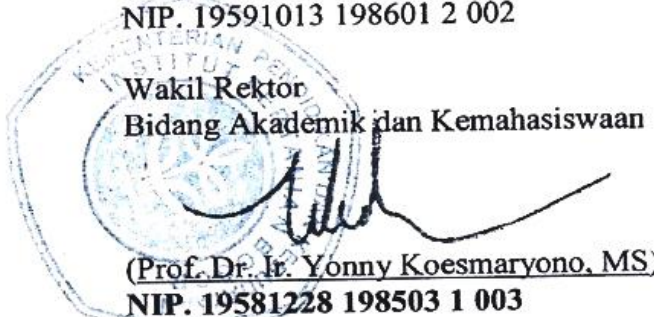
Bogor, 23 Juli 2014

Menyetujui  
a.n. Ketua Departemen THP  
Sekretaris Departemen



(Prof. Dr. Ir. Nurjanah, M.Si)  
NIP. 19591013 198601 2 002

Wakil Rektor  
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan



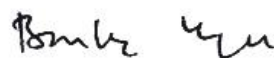
(Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS)  
NIP. 19581228 198503 1 003

Ketua Pelaksana Kegiatan



(Nur Aziezh Hapsari)  
NIM.C34090067

Dosen Pendamping



(Bambang Riyanto, S.Pi, M.Si)  
NIP. 19690603 199802 1 001

## ABSTRAK

Olahraga merupakan kebutuhan dalam menjaga kesehatan dan kecerdasan kinestetik manusia, serta meningkatkan prestasi diri. Kompetisi olahraga tinggi menyebabkan suhu tubuh menjadi panas sehingga mengeluarkan keringat untuk mendinginkan tubuh. Semakin banyak keringat yang dihasilkan, tubuh akan kekurangan cairan (dehidrasi), sehingga berpengaruh pada tingkat *performance* atlet, termasuk pada olahraga kemaritiman. Pakaian olahraga air umumnya harus ringan dan menyerap sedikit air. Teknologi superhidrofilik/superhidrofobik merupakan alternatif baru dalam pengembangan pakaian olahraga kemaritiman. Nanopartikel kitosan memiliki anion bermuatan negatif yang mampu mengurangi energi permukaan dan melawan penggumpalan, sehingga dapat membuat menjadi hidrofobik. Tujuan penelitian adalah mengembangkan material serat kain superhidrofilik/superhidrofobik dengan material komposit kitosan-polistiren yang dapat berfungsi pula sebagai biosensor penyerap keringat pada pakaian atlet. Metode penelitian meliputi pembuatan nanopartikel ZnO (Prastyo *et al.* 2012) dan modifikasi nanopartikel ZnO (Zhang *et al.* 2013), pembuatan larutan kitosan dan polistiren (Acharyulu *et al.* 2013), pembuatan material superhidrofilik/superhidrofobik (Zhang *et al.* 2013) dengan parameter uji berupa viskositas serta pelapisan serat tekstil (Zhang *et al.* 2013) dan karakterisasi kualitas material tekstil superhidrofilik/superhidrofobik yang meliputi analisis SEM, FTIR, *water vapor permeability* (WVP), dan *water contact angle* (WCA). Hasil viskositas larutan superhidrofilik/superhidrofobik memiliki nilai  $175,00 \pm 0,00 - 185,00 \pm 0,00$  cps. Analisis SEM menunjukkan morfologi struktur material superhidrofilik/superhidrofobik yang homogen serta terlihat adanya interaksi yang baik antara material penyusunnya. Secara kimia fungsional dengan FTIR menunjukkan terdapat interaksi antara gugus fungsi dari bahan penyusun yang ada, dan material ini memiliki ukuran nanopartikel sebesar  $\pm 150$  nm. Material ini memiliki laju kecepatan uap air yang dihasilkan berkisar antara  $1848 \pm 3 - 1891 \pm 2$  g/m<sup>2</sup>/hari, sudut kontak air sebesar  $155^\circ$ , dan material tekstil yang dihasilkan memiliki sifat lebih ke arah superhidrofobik.

Kata kunci: kitosan, polistiren, ZnO, superhidrofobik/superhidrofilik,

## **KATA PENGANTAR**

Ucapan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas karunia dan nikmat-Nya yang berlimpah, membuat penulis dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bambang Riyanto, S.Pi, M.Si atas segala arahan, bimbingan, dan inspirasi yang telah diberikan. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak DIKTI yang telah memberikan kesempatan dan memfasilitasi penulis untuk dapat menuangkan ide-ide kreatif ke dalam suatu tulisan yang bermanfaat. Semoga tulisan ini dapat memberikan inspirasi baru akan teknologi sederhana dalam bidang material tekstil. Kami menyadari bahwa dalam pelaksanaan dan penulisan laporan akhir PKMP ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat kami diharapkan. Semoga kegiatan ini bermanfaat bagi kita semua dan pembangunan perikanan Indonesia untuk mensejahterakan bangsa.

Bogor, 23 Juli 2014

Penulis

## I PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Olahraga merupakan kebutuhan dalam kerangka pemeliharaan kesehatan dan kecerdasan kinestetik manusia, selain juga berfungsi untuk meningkatkan prestasi diri (Kemenpora 2005). Olahraga pada masyarakat modern telah berperan sebagai hiburan baru, bahkan menjadi bisnis modern (Shisoo 2005). Olimpiade misalnya, merupakan kompetisi prestasi atlet tingkat tinggi dunia sekaligus model bisnis modern, selain *FIFA World Cup* untuk sepakbola, *Grand Slam Tennis Tournaments* untuk Tenis atau *Tour de France* untuk balap sepeda. Olimpiade London tahun 2012 misalnya, telah diikuti oleh 204 *National Olympic Committees* (NOCs) dengan jumlah pertandingan final sebanyak 302 pertandingan dan melibatkan sekitar 10.800 atlet (Olympic 2012).

Saat melakukan olahraga kompetisi tingkat tinggi, suhu tubuh atlet menjadi panas sehingga mengeluarkan keringat yang berfungsi untuk mendinginkan tubuh (Sperlich *et al.* 2013). Keringat dihasilkan oleh kelenjar keringat (*glandula sudorifera*) yang terdapat pada lapisan dermis, kemudian dialirkan melalui saluran kelenjar keringat dan dikeluarkan melalui pori-pori (Robertshaw 1985). Keringat mengandung beberapa elektrolit makro, terutama natrium (Na<sup>+</sup>) dan sisa metabolisme, seperti asam laktat (Mitsubayashi *et al* 1994).

Analisis keringat pada atlet belum banyak dilakukan, beberapa penelitian yang ada antara lain analisis total laju keringat pada atlet kendo-olahraga tradisional jepang (Imamura *et al.* 2005), dimana total keringat yang dihasilkan selama berlatih 2 jam untuk atlet perempuan sebesar 1,13±0,18 kg, sedangkan atlet laki-laki sebesar 1,57±0,32 kg. Macaluso *et al.* (2011) juga meneliti laju keringat yang dihasilkan pada atlet renang dengan perlakuan suhu air, dimana laju keringat tertinggi yang dihasilkan pada suhu 32°C. Selain itu, Allanson *et al.* (2012) juga meneliti total keringat yang dikeluarkan atlet basket profesional saat berlatih pada cuaca pagi hari yang dingin (suhu 12°C; RH 59%), dimana keringat yang keluar sebanyak 895±261 mL/jam. Berdasarkan penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa terdapat faktor yang dapat mempengaruhi laju keringat pada atlet, yaitu ukuran tubuh, jenis kelamin, intensitas latihan, kondisi lingkungan, pakaian yang dikenakan, tingkat kebugaran, dan proses aklimatisasi (Rehrer

& Burke 1996). Semakin banyak keringat yang dihasilkan maka atlet akan mengalami dehidrasi (Allanson *et al.* 2012), sehingga mempengaruhi *performance* saat berkompetisi.

### **Perumusan Masalah**

Teknologi tekstil saat ini masih cenderung mengedepankan estetika, termofisiologis, dan kenyamanan (Gugliuzza & Drioli 2013), serta ketertarikan akan pengembangan material tekstil untuk olahraga masih cenderung kecil. Shisoo (2005) menyampaikan bahwa pasar olahraga global saat ini senilai kurang dari US \$ 200 miliar dan pada 2017 diharapkan meningkat menjadi US \$300 miliar. Disampaikan juga bahwa tingkat inovasi tinggi, harga yang kuat dan kekhawatiran konsumen tentang kesehatan dan kesejahteraan merupakan faktor utama yang berkontribusi terhadap kinerja industri olahraga ini.

Penelitian mengenai tekstil dalam olahraga sebenarnya telah mulai sejak tahun 1970-an, dimana teknik laminasi menggunakan *polytetrafluoroethylene* (PTFE) dilakukan. Jenis membran ini diketahui memiliki lebih dari 9 juta pori per inch<sup>2</sup> dan tiap pori berukuran 20.000 kali lebih kecil dari tetesan air, namun 700 kali lebih besar dari molekul kelembaban udara. Bahan ini diaplikasikan untuk olahraga mendaki gunung atau bersepeda (Gugliuzza & Drioli 2013). Helmer *et al.* (2010) juga mengembangkan *interactive textile* yang diaplikasikan dalam pakaian atau sarung tangan pada olahraga tinju untuk sistem *scoring*. Selain itu, Gnanasundaram *et al.* (2013) telah mengembangkan bantalan sol sepatu dengan material *polyurethane* (PU) yang dimodifikasi dengan *silver sulfadiazine* (SS), sehingga dapat mengatasi mikroba penyebab infeksi kulit kaki pada atlet.

Penelitian tekstil pada pakaian olahraga kemaritiman belum banyak dilakukan. Olahraga maritim, seperti renang, selam, dayung, jet ski, dan sebagainya membutuhkan banyak energi. Oleh karena itu dibutuhkan pakaian olahraga yang ringan dan nyaman sehingga pakaian yang dikenakan tidak terasa berat. Pakaian yang memiliki kemampuan superhidrofilik/superhidrofobik merupakan suatu terobosan terbaru dalam teknologi industri olahraga maritim. Superhidrofilik merupakan kemampuan suatu zat untuk menyerap air, sedangkan superhidrofobik merupakan permukaan yang tidak dapat dibasahi oleh air dengan sudut kontak air yang tinggi ( $>150^\circ$ ), serta memiliki tetesan yang mudah bergeser (Ma & Hill 2006). Berdasarkan hal tersebut, penelitian mengenai material dengan kemampuan superhidrofilik/superhidrofobik penting dilakukan.

Tien *et al.* (2003) menyampaikan bahwa keberadaan gugus amina pada kitosan menyebabkan kitosan larut dalam asam dan membentuk larutan kental yang digunakan dalam

pembuatan gel dalam berbagai variasi, seperti butiran, membran, ataupun serat (Jin *et al.* 2004). Pembentukan serat pada kitosan dikarenakan strukturnya (D-glukosamin) mirip dengan selulosa dan tingginya kapasitas ikatan hidrogen diantara rantai molekulnya, namun *biofober* yang terbuat masih memiliki kuat tarik (*tensile strength*) yang lemah, sehingga diperlukan adanya bahan gabungan (Riyanto *et al.* 2010).

Polistiren merupakan kopolimer terbaik yang dapat membentuk ikatan yang kuat dengan kitosan (Acharyulu *et al.* 2013). Polimer ini tersusun atas monomer stirena yang berpolimerisasi adisi membentuk homopolimer. Polistiren tahan terhadap asam, basa, dan zat pengkarat. Sifat dari polistiren adalah jernih, transparan, mudah diberi warna, termoplastik, serta memiliki sifat fisik yang stabil (Cowd 1991). Berdasarkan hal-hal tersebut, penelitian mengenai material komposit kitosan dan polistiren sebagai serat kain superhidrofilik/superhidrofobik penting untuk dikembangkan.

### **Tujuan Program**

Mengembangkan material baru tekstil superhidrofilik/superhidrofobik dengan komposit kitosan-polistiren.

### **Luaran yang Diharapkan**

- a. Adanya material baru tekstil superhidrofilik/superhidrofobik berbahan dasar kitosan dan polistiren.
- b. Adanya karakteristik material baru tekstil superhidrofilik/superhidrofobik.
- c. Adanya karakteristik material sensor penyerapan keringat

### **Kegunaan Program**

- a. Industri tekstil mampu mengembangkan serat kain superhidrofilik/superhidrofobik dengan material komposit baru kitosan dan polistiren.
- b. Atlet dapat menunjukkan penampilan yang terbaik karena keringat yang dihasilkan saat berkompetisi dapat terserap oleh pakaian yang digunakan.
- c. Olahraga kemaritiman
- d. Industri perikanan mampu mengembangkan potensi limbah perikanan karena kitosan dapat digunakan sebagai material baru serat kain superhidrofilik/superhidrofobik.
- e. Material komposit kitosan-polistiren merupakan potensi paten dan kebaruan ilmiah bagi material tekstil superhidrofilik/superhidrofobik.

## II TINJAUAN PUSTAKA

### **Keringat**

Keringat adalah cairan hipotonik yang mengandung natrium, klorida, kalium, urea, laktat, bikarbonat, kalsium, ammonia, senyawa organik, dan non organik. Sifat keringat yang asam kemungkinan besar karena proses transportasi dan penyerapan kembali yang terjadi pada duktus dan tergantung pada kondisi fisiologis. Pengukuran metabolit dalam keringat dapat merefleksikan proses biokimia di jaringan dan memberikan penandaan kelangsungan hidup jaringan (Mitsubayashi *et al* 1994).

### **Superhidrofilik/Superhidrofobik**

Hidrofilik adalah kemampuan suatu zat untuk menyerap air dengan mudah. Salah satu bahan dalam pembuatan tekstil yang memiliki sifat hidrofilik adalah kapas. Kapas memiliki kemampuan penyerapan yang baik karena terdapat gugus hidroksil di sepanjang rantai utamanya. Hidrofobik adalah permukaan yang tidak dapat dibasahi oleh air karena memiliki sudut kontak air (*water contact activity*) yang tinggi serta tetesan air yang dapat meluncur dengan cepat. Salah satu contoh di alam yang memiliki permukaan hidrofobik adalah daun tanaman teratai (*Nelumbo nucifera*). Tanaman teratai memiliki WCA  $> 160^\circ$  dan sudut geser menggunakan kristal lilin parafin yang mengandung dominasi dari kelompok  $-\text{CH}_2-$ . Permukaan superhidrofobik dapat tercapai dengan cara mengontrol morfologi permukaan dalam skala mikro dan nanometer. Teknik untuk membuat permukaan superhidrofobik dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu membuat permukaan yang kasar dari material energi berpermukaan rendah dan memodifikasi permukaan menjadi kasar dengan material berenergi permukaan rendah (Ma & Hill 2006).

### **Kitosan**

Kitosan merupakan salah satu produk alam yang merupakan turunan kitin. Unit utama dari polimer kitin adalah 2-deoksi-2-(asetilamin) glukosa yang dikombinasikan dengan rantai 1-4 glikosida (No & Meyers 1995). Pemutusan gugus asetil dari kitin oleh basa kuat menghasilkan kitosan. Kitosan merupakan suatu polikation yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam asam organik, seperti asam format, asetat, tartar, dan sitrat. Pelarutan kitosan dalam asam akan membentuk larutan kental yang dapat digunakan untuk pembuatan gel dalam berbagai variasi seperti butiran, membran, ataupun serat (Jin *et al.* 2004).



### III METODE PENELITIAN

Tahap penelitian yang dilakukan meliputi (1) Pembuatan nanopartikel ZnO (Prastyo *et al.* 2012) dan modifikasi nanopartikel ZnO (Zhang *et al.* 2013), (2) Pembuatan material superhidrofilik/superhidrofobik (Zhang *et al.* 2013), dan (3) Pelapisan serat tekstil (Zhang *et al.* 2013) dan karakterisasi kualitas material tekstil superhidrofilik/superhidrofobik (Costa-Junior *et al.* 2009; Tripathi *et al.* 2003; Zhang *et al.* 2013; ASTM E96 1996).

#### **Pembuatan Nanopartikel ZnO (Prastyo *et al.* 2012) dan Modifikasi Nanopartikel ZnO (Zhang *et al.* 2013)**

Pembuatan nanopartikel ZnO menggunakan alat *shaker mill*. Teknologi *high energy mill* yang digunakan mampu menggiling partikel bubuk menjadi partikel berukuran nano. Sebanyak 10 gram ZnO dimasukkan ke dalam alat tersebut selama 15 jam dengan kecepatan 380 rpm. Bola-bola penghancur yang berada di dalam mesin kemudian berputar untuk menggiling bahan partikel bubuk yang akan dibuat menjadi partikel nano. Proses ini dilakukan selama 15 jam, kemudian diperoleh nanopartikel ZnO dan dilakukan uji analisis *scanning electron microscopy* (SEM) untuk mengamati morfologinya.

Nanopartikel ZnO termodifikasi kemudian disiapkan melalui proses reaksi hidrotermal (Zhang *et al.* 2013). Nanopartikel ZnO dilarutkan dalam larutan etanol sebanyak 10 mL dengan asam stearat sejumlah 0,06 gram pada suhu 75 °C selama 6 jam. Lalu nanopartikel ZnO yang dimodifikasi diperoleh melalui pencucian ulang dengan menggunakan etanol absolut dan dikeringkan pada suhu 75 °C selama 2 jam.

#### **Pembuatan Material Superhidrofilik/Superhidrofobik (Acharyulu *et al.* 2013 dan Zhang *et al.* 2013)**

Larutan kitosan dibuat dengan cara melarutkan kitosan sebanyak 2 gram dalam larutan asam asetat 2% sampai 100 mL. Kemudian larutan dihomogenisasi dengan *magnetic stirrer* (Yamato) selama 4 jam dengan kecepatan 400-1500 rpm. Larutan polistiren kemudian dibuat dengan cara melarutkan polistiren sebanyak 2 gram dalam 50 mL dimethylformamide (DMF) menggunakan *hot magnetic stirrer* (Yamato). Pelarutan dilakukan pada suhu 100°C selama 1 jam.

Pembuatan material superhidrofilik/superhidrofobik dilakukan dengan perbandingan larutan kitosan dan larutan polistiren sebanyak 1 : 5. Larutan kitosan diambil sebanyak 10 mL dan dimasukkan secara perlahan-lahan ke dalam 50 mL larutan polistiren. Proses pemasukan tersebut dilakukan secara bersama-sama dengan proses homogenisasi *stirrer* (Yamato) dengan kecepatan 400-1500 rpm selama 2 jam. Larutan tersebut kemudian diaduk dengan *ultrasonic bath* selama 2 jam. Saat proses pengadukan ini, nanopartikel ZnO yang telah dimodifikasi dimasukkan ke dalam larutan. Selanjutnya dilakukan analisis viskositas larutan untuk mengetahui kekentalan larutan yang dihasilkan.

### **Pelapisan Serat Tekstil (Zhang *et al.* 2013) dan Karakterisasi Kualitas Material Tekstil Superhidrofilik/Superhidrofobik (Costa-Junior *et al.* 2009; Tripathi *et al.* 2003; Zhang *et al.* 2013; ASTM E96 1996)**

Teknik pelapisan material superhidrofilik/superhidrofobik mengacu pada Zhang *et al.* (2013). Tekstil katun sebelumnya dilakukan pencucian dalam *ultrasonic bath* secara berturut-turut dengan air destilasi, aseton, dan etanol selama 5 menit. Tekstil katun tersebut kemudian dikeringkan di dalam oven (Yamato) selama 20 menit dengan suhu 80 °C. Larutan superhidrofilik/superhidrofobik kemudian ditetaskan dengan menggunakan pipet tetes pada tekstil katun dan dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 75 °C selama 20 menit.

Karakterisasi kualitas material yang dilakukan meliputi pengujian FTIR (Costa-Junior *et al.*, 2009), SEM (Tripathi *et al.*, 2003), *water vapor permeability* (ASTM E96 1996), dan *water contact angle* (Zhang *et al.* 2013). Pengujian *Fourier Transform Infrared-FTIR* (Costa-Junior *et al.*, 2009) dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari suatu sampel. Sampel dicampur seragam dengan potasium bromida (KBr) dengan perbandingan 1 : 0,5 yang sebelumnya dikompresi pada tekanan 5 ton selama 5 menit menggunakan press hidrolik. Spektrum diukur pada rentang panjang gelombang 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil yang diperoleh berupa spektrum yang muncul pada layar komputer yang kemudian tersambung dengan alat spektrofotometer.

Karakteristik struktur morfologi dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (JEOL JXA-840A Electron Probe Microanalyzer, percepatan tegangan 30 kV). Sampel diperkecil hingga berukuran 1 x 1 cm kemudian diletakkan di depan lensa kamera. Pengukuran analisis ini dilakukan dengan perbesaran 1.000 x (Tripathi *et al.* 2009).

Pengukuran sudut kontak air dilakukan dengan cara *optical axis camera* diletakkan sejajar dengan permukaan sampel, lalu larutan superhidrofilik/superhidrofobik diteteskan pada permukaan sampel. Kemudian tetesan pada permukaan tersebut difoto dengan kamera digital. Hasil foto sudut kontak air kemudian ditampilkan pada layar komputer (Zhang *et al.* 2013).

Karakteristik material sensor penyerapan keringat dilakukan melalui pengujian *water vapor permeability* dengan metode ASTM E96 (1996). Pengujian dilakukan dengan metode *gravimetric cup* dan dilakukan pada suhu 23 °C dan kelembaban relatif 85%. Metode *gravimetric cup* yang dilakukan adalah tekstil yang dibasahi oleh air destilasi kemudian ditimbang dan ditentukan laju pergerakan uapnya dari air ke atmosfer dengan satuan g/m<sup>2</sup>/hari.

#### IV PELAKSANAAN PROGRAM

##### **Waktu dan Tempat Pelaksanaan**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari-Juni 2014. Penelitian ini bertempat di Laboratorium Biokimia Hasil Perairan, Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor; Laboratorium Analisis Bahan, Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB; Laboratorium Kimia Analitik, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, IPB; dan Pusat Penelitian Fisika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.

##### **Jadwal Faktual Pelaksanaan**

Kegiatan PKMP dilaksanakan selama 5 bulan. Jadwal pelaksanaan kegiatan PKMP disajikan pada Lampiran 1.

##### **Instrumen Pelaksanaan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan, polistiren (PS), ZnO, asam asetat 2%, akuades, *dimethylformamide* (DMF), NaOH, asam stearat, tekstil kapas, aseton, dan etanol. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hot magnetic stirrer* (Yamato), oven, alat untuk proses reaksi hidrotermal, *ultrasonic bath*, *shaker mill*, kamera, laptop dan *software water contact angle*.

##### **Rancangan dan Realisasi Biaya**

Biaya yang digunakan untuk kegiatan ini adalah Rp 8.737.000,00. Rincian penggunaan biaya penelitian disajikan pada Lampiran 2.

## V HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Kitosan

Bahan baku dalam membuat material tekstil superhidrofilik/superhidrofobik ini adalah kitosan. Karakterisasi kitosan yang telah dilakukan adalah pengukuran kadar air, kadar abu, dan derajat deasetilasi. Hasil analisis karakteristik kitosan yang digunakan adalah kadar air sebesar 8,6%; kadar abu sebesar 0,5%; dan nilai derajat deasetilasi sebesar 87,5%. Hasil ini sesuai dengan standar kitosan dari Muzarelli (1985), sehingga kitosan dapat digunakan untuk material komposit superhidrofilik/superhidrofobik. Hasil karakterisasi kitosan disajikan dalam Tabel 1.

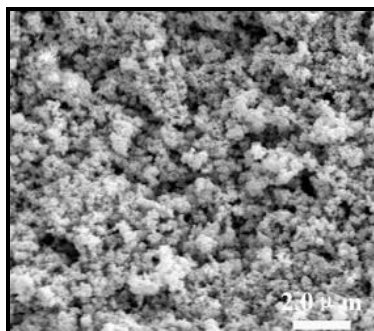
Tabel 1 Hasil karakterisasi kitosan

Parameter	Hasil Penelitian	Standar*
Kadar air	8,6%	>10
Kadar abu	0,5%	<2
Derajat deasetilasi	87,5%	>70

\*Sumber: Muzarelli (1985)

### SEM pada Nanopartikel ZnO

Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan dari suatu bahan. Dalam penelitian ini, morfologi nanopartikel ZnO perlu diketahui. Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO yang dihasilkan memiliki ukuran sekitar 60-120 nm. Hasil analisis morfologi partikel ZnO yang telah dimodifikasi disajikan dalam Gambar 1.

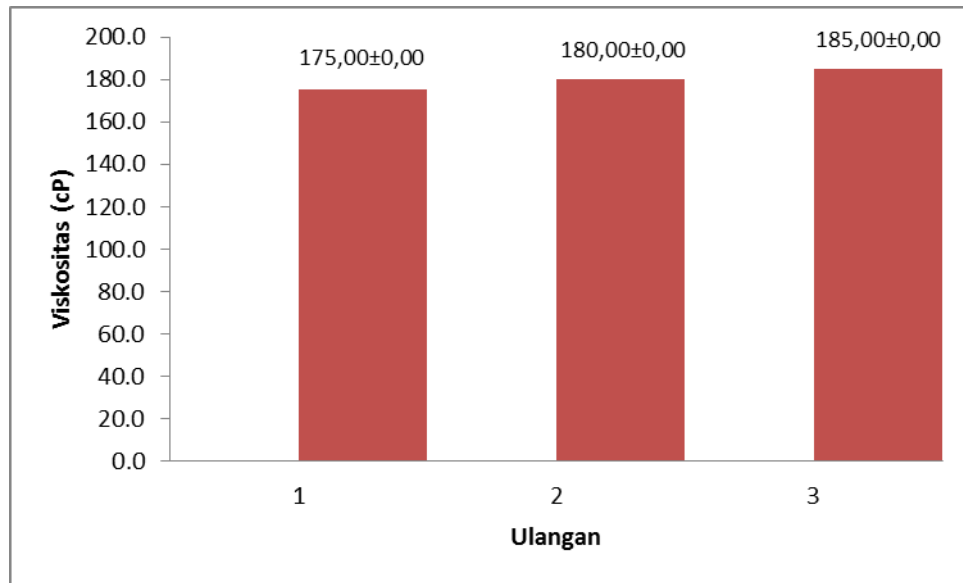


Gambar 1 Hasil analisis nanopartikel ZnO dengan SEM

### Viskositas Larutan

Kekentalan (viskositas) adalah sifat dari fluida untuk melawan tegangan geser pada waktu bergerak atau mengalir. Data viskositas pada sampel yang diperoleh adalah berkisar antara

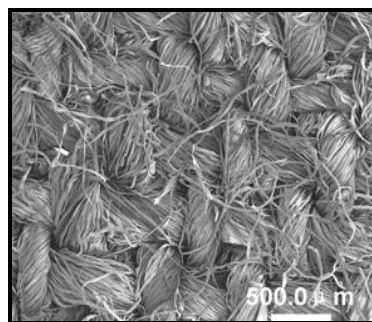
175,00±0,00 – 185,00±0,00 cps. Hasil ini menunjukkan adanya interaksi antara kitosan, polistiren, dan nano ZnO yang membentuk ikatan hydrogen dengan kekuatan yang besar. Tingginya muatan positif di dalam larutan akan menghasilkan adanya gaya tolak menolak, yang akan membuat polimer yang sebelumnya berbentuk gulungan membuka rantai lurus, sehingga mengakibatkan viskositas larutan meningkat. Hasil viskositas larutan material superhidrofilik/superhidrofobik disajikan dalam Gambar 2.



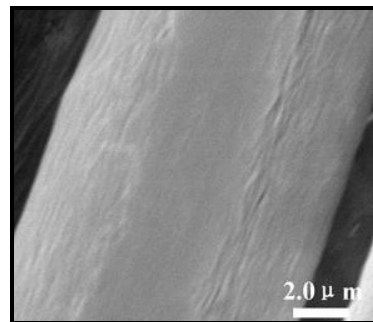
Gambar 2 Hasil analisis viskositas larutan superhidrofilik/superhidrofobik

### Analisis SEM pada Tekstil Kapas

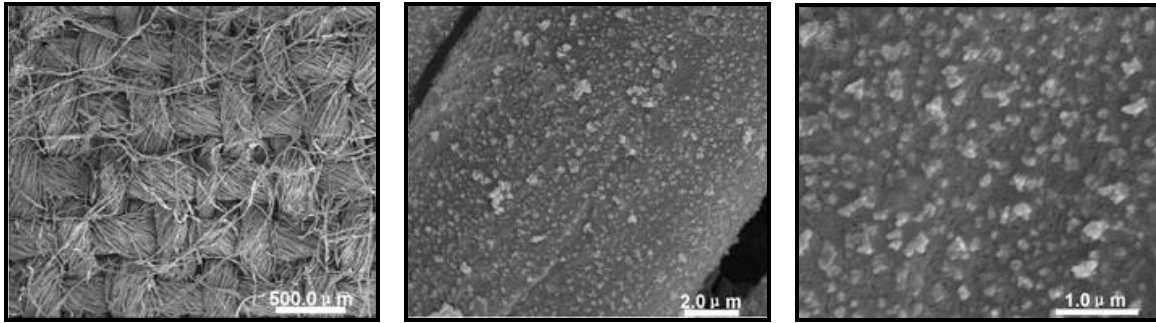
Analisis SEM juga dilakukan pada tekstil kapas. Hasil analisis SEM pada tekstil kapas sebelum dan sesudah dilapisi dengan material superhidrofobik/superhidrofilik disajikan dalam Gambar 3.



A



B



C

D

E

Keterangan: A, B = Tekstil kapas tanpa material superhidrofobik/superhidrofilik

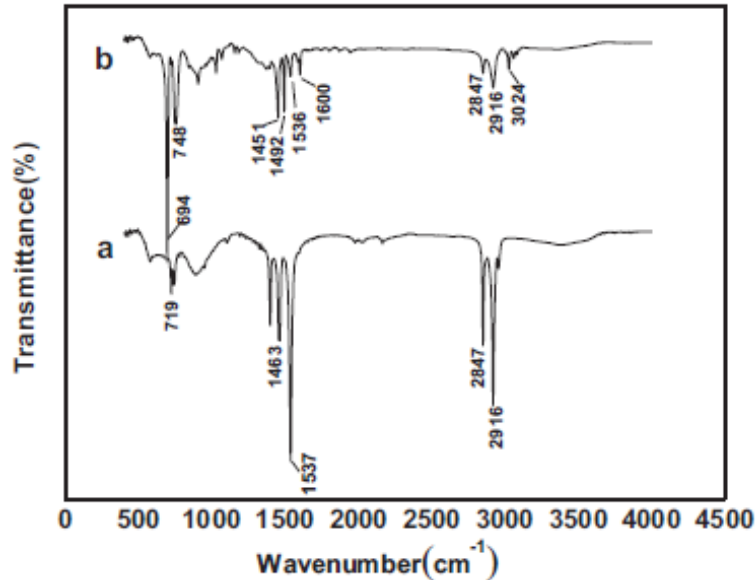
C, D, E = Tekstil kapas dengan material superhidrofobik/superhidrofilik

Gambar 3 Hasil analisis SEM pada tekstil kapas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada sampel A terdapat struktur tenunan dan beberapa serat yang menonjol, sedangkan pada sampel B terlihat banyak lipatan yang memanjang di sepanjang serat berdiameter 11  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan hasil analisis mikroskopis pada permukaan tekstil kapas, terdapat kekasaran mikro dalam pembuatan permukaan superhidrofobik. Hasil analisis tekstil kapas dengan material superhidrofilik/superhidrofobik terdapat lubang antar tenunan, sehingga memungkinkan udara masuk. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa tekstil kapas setelah perlakuan dengan material superhidrofilik/superhidrofobik dapat digunakan sebagai material tekstil. Sampel D dan E menunjukkan bahwa struktur tekstur alami pada serat telah hilang dan pada lapisan permukaan terdapat timbunan nano putih dari material komposit.

#### ***Fourier Transform Infra Red (FTIR)***

Analisis FTIR dilakukan untuk menentukan keberadaan gugus fungsi yang berada pada sampel. Hasil analisis FTIR dilakukan pada sampel ZnO termodifikasi dan material superhidrofilik/superhidrofobik disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 4 Spektrum FTIR pada ZnO termodifikasi (a) dan material superhidrofilik/superhidrofobik (b)

Hasil spektrum FTIR pada partikel ZnO termodifikasi dan material komposit kitosan-polistiren pada serat kapas di kisaran 4000-400  $\text{cm}^{-1}$ . Pada grafik A, terlihat dua puncak adsorpsi yang kuat pada 2916  $\text{cm}^{-1}$  dan 2847  $\text{cm}^{-1}$ , yang dapat dikaitkan dengan  $\text{CH}_3$  dan  $\text{CH}_2$ , yang menunjukkan adanya gugus alkil rantai panjang pada permukaan ZnO. Grafik B terdapat serangkaian puncak sekitar 3024  $\text{cm}^{-1}$  dan dua puncak pada 748  $\text{cm}^{-1}$  dan 694  $\text{cm}^{-1}$  yang dapat dideteksi karena peregangan getaran dan lentur getaran CH pada cincin benzena. Puncak karakteristik dari cincin benzena (CC) pada 1600  $\text{cm}^{-1}$ , 1492  $\text{cm}^{-1}$  dan 1451  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya polistiren. Selain itu, pada 1536  $\text{cm}^{-1}$  terdeteksi gugus NH, yang merupakan gugus fungsi dari kitosan.

#### ***Water Vapor Permeability (ASTM E96 1996)***

Analisis permeabilitas uap air dilakukan untuk mengetahui laju kecepatan uap air melalui suatu unit luasan bahan. Hasil analisis menunjukkan bahwa laju kecepatan uap air yang dihasilkan berkisar antara  $1848 \pm 3 - 1891 \pm 2 \text{ g/m}^2/\text{hari}$ . Nilai ini menunjukkan bahwa material yang dihasilkan memiliki sifat lebih ke arah superhidrofobik. Nilai permeabilitas uap air material tekstil superhidrofilik/superhidrofobik disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 Nilai permeabilitas uap air material tekstil superhidrofilik/superhidrofobik

Ulangan	Nilai Permeabilitas Uap Air ( $\text{g/m}^2/\text{hari}$ )
1	1848 $\pm$ 3
2	1852 $\pm$ 2
3	1891 $\pm$ 2

### **Water Contact Angle (Zhang et al. 2013)**

Analisis *water contact angle* dilakukan untuk melihat besarnya sudut kontak air yang dihasilkan dari suatu material. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan bantuan kamera dan *software*. Hasil analisis menunjukkan sudut kontak air yang diperoleh sebesar 155°. Nilai sudut kontak ini menunjukkan bahwa material tekstil ini memiliki sifat superhidrofobik. Hasil sudut kontak air material superhidrofilik/superhidrofobik dapat dilihat dalam Gambar 5.



Gambar 5 Bentuk sudut kontak air material tekstil superhidrofilik/superhidrofobik

## **V KESIMPULAN DAN SARAN**

### **Kesimpulan**

Kitosan dan polistiren dapat digunakan pada pembuatan material tekstil superhidrofilik/superhidrofobik, yang lebih ke arah material superhidrofobik. Material yang dihasilkan berupa larutan yang dilapiskan pada tekstil katun. Analisis SEM menunjukkan struktur homogen yang ditandai dengan interaksi yang baik kitosan, polistiren, dan ZnO. Ukuran nanopartikel ZnO yang dihasilkan adalah  $\pm 150$  nm. Sedangkan pada hasil analisis FTIR, menunjukkan bahwa terdapat gugus fungsi dari polistiren, kitosan, dan ZnO. Hasil viskositas larutan superhidrofilik/superhidrofobik memiliki nilai 175,00 $\pm$ 0,00 – 185,00 $\pm$ 0,00 cps. Material ini memiliki laju kecepatan uap air yang dihasilkan berkisar antara 1848  $\pm$  3 – 1891  $\pm$  2



g/m<sup>2</sup>/hari, sudut kontak air sebesar 155°, dan material tekstil yang dihasilkan memiliki sifat lebih ke arah superhidrofobik.

### **Saran**

Perlu adanya aplikasi dari material ini sebagai bahan tekstil menjadi produk pakaian olahraga air, seperti pakaian renang, selam, dan berbagai olahraga *adventure* lainnya, serta diujikan kemampuan superhidrofilik/superhidrofobiknya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Acharyulu S.R, Gomathi T, dan Sudha P.N. 2013. Synthesis and characterization of cross linked kitosan-polystyrene polymer blends. *Der Pharmacia Lettre* 4 : 74-83.
- Allanson B, Burke L, Laing A, Cook K, dan Shi X. 2012. Sweat losses and voluntary rehydration practices during training in elite basketball players. *Australian Journal of Nutrition and Dietetics*.
- ASTM E96. 1996. E96M – 10, *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials*.
- Costa –Junior ES, Barbosa-stancioli EF, Mansur AAP, Vasconcelos WL. 2009. Preparation and characterization of kitosan/poly (vinyl alcohol) chemically crosslinked blends. *Journal of Carbohydrate Polymers* 76 : 472-481.
- Cowd MA. 1991. *Kimia Polimer*. Firman H, penerjemah; Padmawinata K, editor. London: J Murray. Terjemahan dari: *Cowd, Polymer Chemistry*.
- Domsay T.M. dan Robert. 1985. Evaluation of infra red spectroscopic techniques for analyzing kitosan. *Macromol Chem* 186 : 1671.
- Gnanasundaram S, Ranganathan M, Das B.N, dan Mandal A.B. 2013. Surface modified and medicated polyurethane materials capable of controlling microorganisms causing foot skin infection in athletes. *Colloids and Surface B: Biointerfaces* 102 : 139-145.
- Gugliuzza A. dan Drioli E. 2013. A review on membrane engineering for innovation in wearable fabrics and protective textiles. *Journal of Membrane Science* 446 : 350-375.
- Helmer R.J.N, Hahn A.G, Staynes L.M, Denning R.J, Krajewski A, dan Blanchonette I. 2010. Design and development of interactive textiles for impact detection and use with an automated boxing scoring system. *Procedia Engineering* 2 : 3065-3070.
- Imamura R, Sumida N, dan Eda Y. 2005. Sweat accumulation in a kendo ensemble during indoor summer training. *Environmental Ergonomics* : 395-399.
- Jin J, Song M, Hourtston D.J. 2004. Novel kitosan-based films cross-linking by genipin with improved physical properties. *Biomacromol* 5 : 162-168.
- [Kemenpora] Kementerian Pemuda dan Olahraga. 2005. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 2005 tentang Sistem Keolahragaan Nasional. Jakarta: Kementerian Pemuda dan Olahraga.
- Köhler A. 2013. Challenges for eco-design of emerging technologies: the case of electronic textiles. *Materials and Design* 51 : 51-60.
- Ma M. dan Hill R.M. 2006. Superhydrophobic surfaces. *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 11 : 193-202.
- Macaluso F, Felice V, Boscaino G, Bonsignore G, Stampone T, Farina F, dan Morici G. 2011. Effects of three different water temperatures on dehydration in competitive swimmers. *Science and Sport* 26 : 265-271.
- Mitsubayashi K, Suzuki M, Tamiya E, dan Karube I. 1994. Analysis of metabolites in sweat as a measure of physical condition. *Analytica Chimica Acta* 289 : 27-34.

- Mukhopadhyay A. dan Midha V.K. 2008. A review on designing the waterproof breathable fabrics part I: fundamental principles and designing aspects of breathable fabrics. *Journal of Industrial Textiles* 37 : 225-262.
- Munteanu S.B dan Vasile C. 2005. Spectral and thermal characterization of styrene-butadiene copolymers with different architectures. *Journal of Optoelectronics and Advanced Material* 7 (6): 3135-3148.
- No K. dan Meyers S. 1995. Preparation and characterization of chitin and chitosan – a review. *Journal of Aquatic Food Product Technology* : 27-52.
- Olympic. 2012. Olympic Games. <http://www.olympic.org/london-2012-summer-olympics>. [25 Oktober 2013].
- Özcan G. 2007. Performance Evaluation of Waterrepellent Finishes on Woven Fabric Properties. *Textile Research Journal* 77 (4): 265-270.
- Ozen I. 2012. Multi-layered breathable fabric structures with enhanced water resistance. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 7 (4) : 63-69.
- Rehrer N.J. dan Burke L.M. 1996. Sweat losses during various sports. *Australian Journal of Nutrition and Dietetics* 53 (4) : 13-16.
- Rezic´ I. 2012. Engineered nanoparticles in textiles and textile wastewaters. *Comprehensive Analytical Chemistry* (59) : 235-264.
- Riyanto B., Suwandi R., dan Permana I.D. 2010. Karakteristik *composite biofiber textile* berbahan dasar kitosan dan polivinilalkohol (PVA) melalui proses pemintalan basah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 13 (1) : 1-13.
- Robertshaw D. 1985. Sweat and heat exchange in man and other mammals. *Journal of Human Evolution* 14 : 63-73.
- Shisoo R. 2005. *Textile in Sport*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Sperlich B, Born D, Lefter M.D, dan Holmberg H. 2013. Exercising in a hot environment: which T-shirt to wear?. *Wilderness & Environmental Medicine* 24 : 211-220.
- Tien C.L., Lacroix M., Ispas P., dan Mateescu M. 2003. N-acylated kitosan: hydrophobic matrices for controlled drug release. *Journal of Controlled Release* 93 : 1-13.
- Tripathi S, Mehrotra GK, Dutta PK. 2009. Physicochemical and bioactivity of cross-linked kitosan film for food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules* 45 : 372:376.
- Zhang M., Wang C., Wang S., dan Li J. 2013. Fabrication of superhydrophobic cotton textiles for water-oil separation based on drop-coating route. *Carbohydrate Polymers*. 97 : 59-64.

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Rekapitulasi dan ketercapaian target penelitian

Kegiatan	Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV				Bulan V				Capaian
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Persiapan bahan	■	■											■								Bahan telah disiapkan
Pembuatan dan modifikasi nanopartikel ZnO			■	■																	Telah dilakukan
Pembuatan material superhidrofilik/superhidrofobik													■	■							Telah dilakukan
Pelapisan tekstil superhidrofilik/superhidrofobik														■	■	■					Telah dilakukan
Karakteristik material superhidrofilik/superhidrofobik															■	■	■	■	■	■	Sudah dilakukan
Penyusunan laporan, lanjutan analisis pengujian																■	■	■	■	■	Sudah dilakukan

## Lampiran 2 Rincian penggunaan biaya penelitian

PEMBELIAN BAHAN KIMIA DAN ALAT			
Kitosan	100 g	1000	100000
Asam asetat	1000 ml	250	250000
Polistiren	1000 g	1275	1275000
Aquades	20 L	2000	40000
Glutaraldehid	1 L	1021000	1021000
Ethanol 96%	1 L	50	50000
ZnO	1 kg	65000	65000
Spin bar 5 cm	3 buah	50000	150000
Botol jerigen	1 buah	7000	7000
Jerigen	1 buah	6000	6000
Syringe	4 buah	3000	12000
Sarung tangan	2 buah	2000	4000
Masker	1 pak	15000	15000
Tekstil katun	1 m	52500	52500
NaOH	500 g	15	7500
Asam stearat	1000 g	45	45000
Dimethylformamide	1 L	950900	950900
Tissue	2	3000	6000
Aluminium foil	1 roll	20000	20000
Wadah sampel	1 buah	50000	50000
Sewa laboratorium			500000
PENGUJIAN KARAKTERISTIK MATERIAL			
Analisis proksimat	1 sampel	150000	150000
Pembuatan nanopartikel	16 jam	50000	800000
Analisis viskositas	3 sampel	50000	150000
Analisis SEM	3 sampel	350000	1050000
Analisis FTIR	2 sampel	100000	200000
Analisis WCA	5 titik	100000	500000
Analisis WVP	3 sampel	200000	600000
BIAYA LAIN-LAIN			
Logbook	1 buah	10000	10000
Fotocopi dan print			44100
Label	1 pak	6000	6000
Transportasi	3 kali	100000	300000
Komunikasi	3 kali	100000	300000
<b>TOTAL BIAYA</b>			<b>8737000</b>

### Lampiran 3. Publikasi ilmiah

1. Peserta Seminar Nasional Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia - Kitin dan Kitosan di Universitas Riau 13-15 Oktober 2014



2. Telah Mengikuti Pelatihan Paten di Semarang Pada Tanggal 5-7 Juni 2014 oleh Dikti

