

FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA
=TANDA TERIMA=

Telah terima dari :

Nama : Ir. Athiek Sri Redjeki, MT

NIDN : 0315126701

Jurusan : Teknik Kimia

Laporan Penelitian dengan judul :

PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN METIL ESTER SULFONAT TERHADAP
KESTABILAN NANOFLUIDA TITANIUM DIOKSIDA (TiO₂)

Sebanyak 2 exemplar untuk disimpan di perpustakaan jurusan.

Jakarta, 24 Agustus 2020
Administrasi Jurusan Teknik Kimia



LAPORAN PENELITIAN

**PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN METIL ESTER
SULFONAT TERHADAP KESTABILAN NANOFLUIDA
TITANIUM DIOKSIDA (TiO₂)**



**DISUSUN OLEH:
ATHIEK SRI REDJEKI
NIDN 0315126701**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA, FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JAKARTA
JAKARTA
2020**

[Type here]

LEMBAR PENGESAHAN PENELITIAN



JUDUL PENELITIAN : PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN
METIL ESTER SULFONAT (MES)
TERHADAP KESTABILAN NANOFLUIDA
TITANIUM DIOKSIDA (TiO₂)
NAMA : ATHIEK SRI REDJEKI
NIDN : 0315126701

TELAH DIPERIKSA DAN DISYAHKAN OLEH:

Jakarta, 24 AGUSTUS 2020

Ketua Jurusan Teknik Kimia,

(NURUL HIDAYATI FITHRIYAH, ST, MSc, PhD.)

ABSTRAK

Nanofluida adalah suspensi nanopartikel dari senyawa TiO_2 , ZnO , Al_2O_3 , SiO_2 , Cu Si , dan Ag yang didispersikan dalam larutan induk seperti air, etilen glikol, oli mesin, bio-fluid, larutan polimerik, dll. Nanofuida mempunyai bermacam-macam kegunaan antara lain untuk proses fotokatalis, pendinginan dengan cara menaikkan konduktifitas termal, fuel cell, peralatan optik dan lain lain. Salah satu nanopartikel yang paling sering digunakan dalam proses fotokatalis adalah titanium dioksida (TiO_2) atau yang lebih banyak dikenal dengan nama titania. Titania banyak digunakan dalam berbagai keperluan, mengingat keunggulan sifat-sifat fisika dan kimianya, antara lain : kestabilan fisika dan kimianya tinggi, tersedia banyak secara komersial dan harganya murah, bersifat inert serta tidak meracuni tubuh. Partikel padatan dalam nanofluida cenderung untuk saling mendekat karena adanya gaya van Der Waals, yang akan menghasilkan gumpalan yang mudah mengendap karena pengaruh gaya gravitasi. Pengendapan ini akan mempengaruhi kestabilan dispersi nanopartikel sehingga mengakibatkan penurunan fungsi dari nanofluida. Pada penelitian ini dilakukan penambahan surfaktan MES untuk menjaga kestabilan nanofluida. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ratio nano partikel titania terhadap surfaktan yang dapat menjaga kestabilan nanofluida. Dari hasil penelitian diperoleh nanofluida akan stabil pada penambahan surfaktan sebanyak Sembilan kalinya atau lebih.

Kata kunci :, *larutan induk, kestabilan, nanofluida, surfaktan, titania.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan segala anugerah, rahmat dan hidayah-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Penelitian ini.

Laporan Penelitian ini berjudul **“Pengaruh Penambahan Surfaktan Metil Ester Sulfonat terhadap Kestabilan Nanofluida Titanium Dioksida (TiO₂)”** Laporan ini merupakan hasil penelitian mandiri.

Dengan selesainya laporan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Nurul Hidayati Fithriyah., ST., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta
2. Pihak-pihak lain yang telah membantu selama penelitian dan penyusunan laporan ini.

Penulis mengharapkan laporan ini dapat memberikan pengetahuan terutama bagi penulis dan pembaca. Penulis menyadari bahwa laporan ini masih memiliki kekurangan, masukan-masukan berupa kritik konstruktif dan saran dari pembaca sangat diharapkan untuk perbaikan kualitas laporan ini.

Jakarta, Agustus 2020

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL PENELITIAN	i
LEMBAR PENGESAHAN KETUA JURUSAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Luaran Penelitian	2
1.5 Manfaat.....	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 .. Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO ₂)	3
2.2 Surfaktan	3
2.3 Metil Ester Sulfonat (MES)	9
2.4 Nano Fluida.....	9
2.5 Preparasi Nanofluida.....	11
2.6 Stabilitas Nanofluida.....	12
2.7 Hipotesa	14
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1 Tempat dan Waktu	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Prosedur Penelitian	15
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil Pengamatan.....	17
4.2 Pembahasan.....	18
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	20
5.1 Kesimpulan.....	20
5.2 Saran	20

DAFTAR PUSTAKA 21
LAMPIRAN.....

DAFTAR TABEL

Table 2.1. Zeta potensial Hubungannya dengan kestabilan suspensi 14

Tabel 4.1. Hubungan antara ratio titania : surfaktan terhadap persen absorbansi setiap saat. 17

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Struktur molekul beberapa surfaktan anionik.	5
Gambar 2.2. Perkembangan surfaktan untuk detergen dari tahun ke tahun.....	6
Gambar 2.3.. Struktur molekul surfaktan-surfaktan nonionic.....	7
Gambar 2.4. Struktur surfaktan-surfaktan kationik.....	8
Gambar 2. 5. Struktur molekul surfaktan zwitterionic.....	8
Gambar 2.6. <i>ultrasonic-aided submerged arc-nanoparticle synthesis system</i> untuk menghasilkan nanofluida	11
Gambar 3.1. Blok diagram Penelitian	16
Gambar 4.1. Grafik hubungan antara ratio titania : surfaktan terhadap persen absorpsi ..	17
Gambar 4.2. Ilustrasi interaksi antara nanopartikel titania dengan surfaktan	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Istilah nanofluida pertamakali diperkenalkan oleh Choi pada tahun 1995 di Argonne National Laboratory, USA (Gabriella, 2012). Nanofluida adalah suspensi nanopartikel (partikel dengan ukuran kurang dari 100 nm) dari senyawa TiO_2 , ZnO , Al_2O_3 , SiO_2 , Cu Si , dan Ag yang didispersikan dalam larutan induk seperti air, etilen glikol, oli mesin, bio-fluid, larutan polimerik, dll. Nanofluida mempunyai bermacam-macam kegunaan antara lain untuk proses fotokatalis, pendinginan dengan cara menaikkan konduktifitas termal, fuel cell, peralatan optik dll.

Salah satu nanopartikel yang paling sering digunakan dalam proses fotokatalis adalah titanium dioksida (TiO_2) atau yang lebih banyak dikenal dengan nama titania. Titania banyak digunakan dalam berbagai keperluan, mengingat keunggulan sifat-sifat fisika dan kimianya, antara lain : kestabilan fisika dan kimianya tinggi, tersedia banyak secara komersial dan harganya murah, bersifat inert serta tidak meracuni tubuh.

Fotokatalis titania dalam ukuran nanopartikel telah banyak digunakan oleh peneliti terutama untuk proses mendegradasi berbagai polutan, antara lain untuk mendegradasi polutan organik (Qiu dkk, 2012), ion cromium VI (Li dkk, 2016), ammonia (Mohammadi, 2011), pestisida (Cruza dkk, 2015), eliminasi E coli dari air limbah (Murcia, 2017), proses pengolahan air limbah (Borges, 2016).

Untuk mempertahankan fungsi fotokatalis titania dalam sistem nanofluida, kestabilan titania dalam sistem suspensi nanofluida masih menjadi masalah yang terus dicari pemecahannya hingga saat ini. Molekul- molekul titania, walaupun dalam ukuran nano, cenderung untuk saling mendekat dan membentuk gumpalan yang mengakibatkan ukurannya menjadi lebih besar dan secara perlahan-lahan akan mengendap ke bagian dasar suspensi. Para peneliti saat ini menitikberatkan penelitian nanofluida dalam hal menjaga kestabilan padatan nanopartikel dalam sistem suspensi nanofluida. Beberapa cara yang telah dikerjakan antara lain dengan menambahkan surfaktan, mengatur pH dan pengadukan dengan sonifikasi.

Pada penelitian ini akan dipelajari upaya untuk menjaga kestabilan nanopartikel titania dan sistem nanofluida dengan menambahkan surfaktan ke dalam system nanofluida dan hubungan timbal balik antara titania nanofluida dengan surfaktan..

1.2 Rumusan Masalah

Identifikasi Masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan surfaktan dalam menjaga sistem kestabilan nanofluida.
2. Bagaimana pengaruh keberadaan nanofluida terhadap karakteristik tegangan permukaan surfaktan.

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan surfaktan terhadap kestabilan nanofluida
2. Untuk mengetahui hubungan timbal balik antara yang saling menguntungkan antara titania nanofluida dan surfaktan.

1.4 Manfaat penelitian

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh penambahan surfaktan terhadap kestabilan system nanofluida.
2. Memberikan informasi tentang hubungan timbal balik yang saling menguntungkan dengan adanya system titania nanofluida dan surfaktan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 . Nanopartikel Titanium Dioksida (TiO₂)

Titanium dioksida (TiO₂) dalam kehidupan sehari-hari banyak digunakan sebagai pigmen putih dalam cat, kosmetik dan bahan makanan. TiO₂ mempunyai 3 jenis bentuk kristal yaitu rutil, anatase dan brokit. Titanium dioksida adalah bahan semikonduktor yang dapat diaktifkan secara kimiawi oleh cahaya (Licciulli, & Lisi, 2002). Semikonduktor adalah materi yang memiliki sifat konduktivitas listrik antara konduktor yang baik dan isolator yang baik. Semikonduktor TiO₂ merupakan semikonduktor yang paling cocok digunakan dalam berbagai reaksi fotokatalisis (Galińska, & Walendziewski, 2005). Semikonduktor TiO₂ Evonic P25 yang dijual secara komersial sebagian besar mempunyai struktur kristal anatase.

2.2. Surfaktan

Surfaktan adalah bahan aktif yang digunakan untuk menurunkan tegangan permukaan cairan. Kemampuan ini dimungkinkan karena surfaktan mempunyai gugus polar dan non polar sekaligus dalam struktur kimianya. Bagian kepala surfaktan yang bersifat polar biasanya tersusun atas sulfat, sulfonat, alkohol, dll, sedangkan bagian ekor, bersifat non polar tersusun atas alkali rantai panjang (C₁₀-C₁₈). Karakteristik utama surfaktan terdapat pada aktivitas permukaannya. Surfaktan memiliki kemampuan menurunkan tegangan permukaan dan antarmuka suatu cairan, meningkatkan kemampuan pembentukan emulsi minyak dalam air, mengubah kecepatan agregasi partikel terdispersi dengan cara menghambat dan menurunkan kecepatan flokulasi dan penggabungan (*coalescence*) partikel yang terdispersi, sehingga meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi. Surfaktan banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti industri deterjen, sabun, produk kosmetika dan produk perawatan diri, farmasi, pangan, cat dan pelapis, kertas, tekstil, pertambangan dan industri perminyakan untuk *Enhanced Oil Recovery* (EOR).

Menurut Swern (1979), panjang molekul sangat kritis untuk keseimbangan kebutuhan gugus hidrofilik dan lipofilik. Apabila rantai hidrofobik terlalu panjang, akan terjadi ketidakseimbangan, terlalu besarnya afinitas untuk gugus minyak atau lemak atau terlalu kecilnya afinitas untuk gugus air. Hal ini akan ditunjukkan oleh keterbatasan kelarutan didalam air. Demikian juga sebaliknya, apabila rantai hidrofobiknya terlalu pendek, komponen tidak akan terlalu bersifat aktif permukaan (*surface active*) karena ketidakcukupan gugus hidrofobik

dan akan memiliki keterbatasan kelarutan dalam minyak. Pada umumnya panjang rantai terbaik untuk surfaktan adalah asam lemak dengan 10-18 atom karbon.

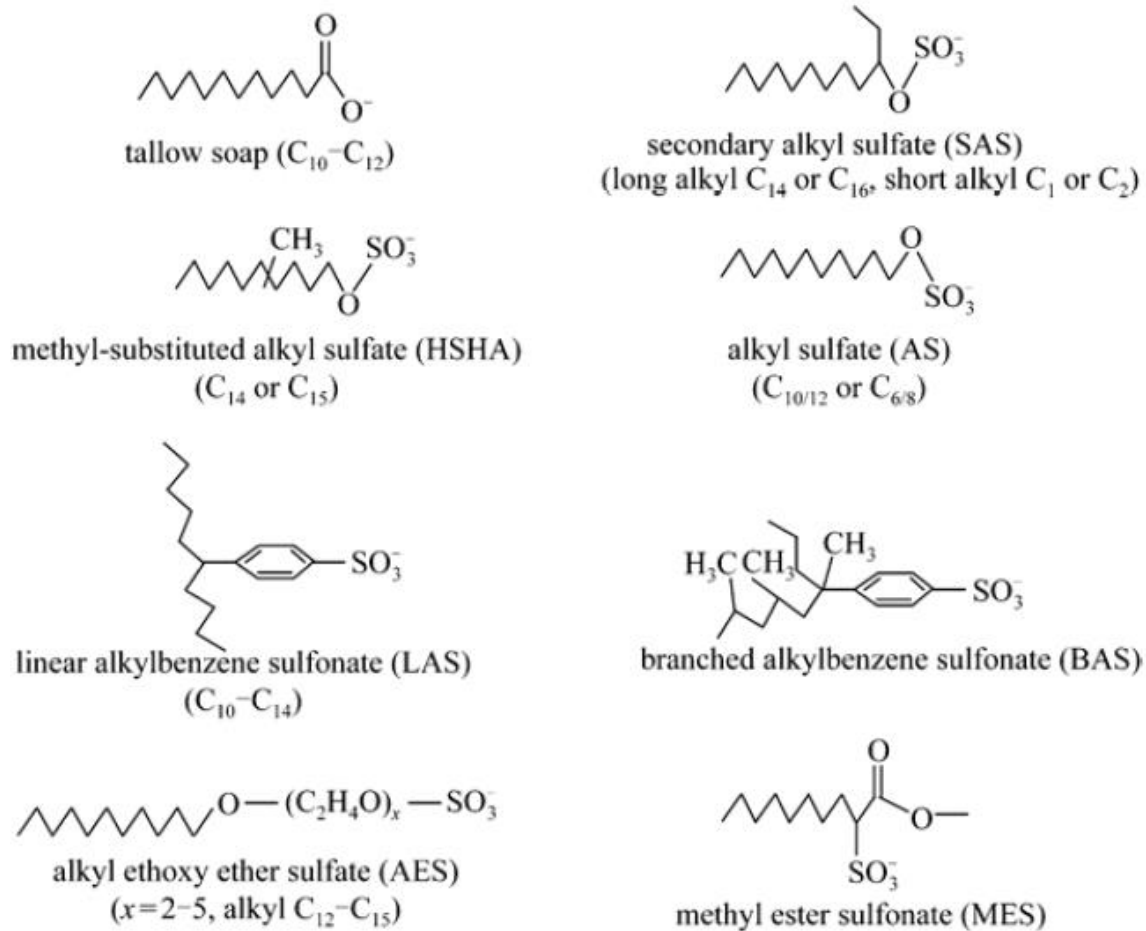
Berdasarkan pada gugus polar di bagian kepalanya, surfaktan dikelompokkan menjadi 4 golongan, yaitu surfaktan anionik, surfaktan kationik, surfaktan nonionik dan surfaktan switterionik/amfoter.

2.2.1. Surfaktan Anionik

Surfaktan anionik adalah surfaktan yang bagian hidrofobiknya berhubungan dengan gugus anion (ion negatif). Dalam media cair, molekul surfaktan anionik terpecah menjadi gugus kation yang bermuatan positif dan gugus anion yang bermuatan negatif. Gugus anion merupakan pembawa sifat aktif permukaan pada surfaktan anionik. Contoh khas surfaktan anionik adalah alkohol sulfat dan ester sulfonat. Dalam pelarut nonpolar, misalnya minyak, Gugus hidrofob surfaktan anionik akan bergerak menuju pelarut, sedangkan gugus hidrofilik bergerak masuk ke dalam misel membentuk lingkungan yang mudah mengakomodasi molekul polar seperti air dan membentuk emulsi air dalam minyak. Sedangkan dalam pelarut polar, keadaan akan berbalik, gugus hidrofil mengikat pelarut dan gugus hidrofob mengarah ke pusat misel, mengakomodir molekul hidrofob membentuk emulsi minyak dalam air.

Beberapa surfaktan anionik yang digunakan dalam detergen antara lain sabun, alkil sulfat, alkil benzen sulfonat (ABS), linear alkil benzen sulfonat (LAS), sodium dodecil benzene sulfonat (SDS), alkil sulfat (AS), dan MES. (Scheibel, 2004). Struktur molekul beberapa surfaktan anionik dapat dilihat pada gambar berikut.

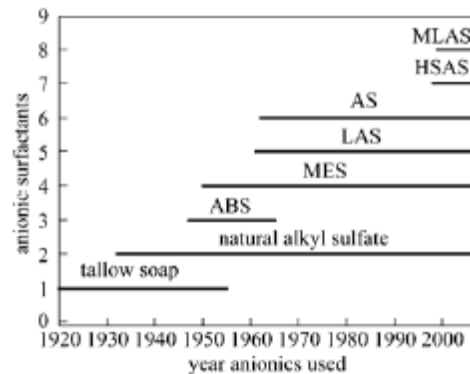
Sabun merupakan surfaktan anionik pertama yang dibuat dari reaksi asam lemak yang berasal dari lemak hewan maupun lemak nabati dengan alkali. Sabun mempunyai kekurangan yaitu tidak berfungsi dalam air sadah dan pada suhu rendah misalnya air dingin. Hal ini memicu dibuatnya surfaktan yang lebih tahan terhadap air sadah. Tujuh puluh tahun kemudian pasar surfaktan digantikan oleh alkil sulfat. Dengan perkembangan teknologi, ditemukan surfaktan yang lebih murah yaitu Alkyl Benzen Sulfonat yang merupakan surfaktan sintetis yang pertama. Sayangnya ABS susah diuraikan oleh mikroba, akibatnya akan meninggalkan busa di sungai yang mengakibatkan pencemaran. Perbaikan-perbaikan terus dilakukan untuk mendapatkan surfaktan yang lebih mudah didegradasi secara biologis dan tidak mengendap dalam air sadah, hingga didapatkan berbagai surfaktan sintetis seperti alkyl ethoxy ether sulfate (AES), Alpha olefin sulfonate (AOS), highly soluble alcohol



Gambar 2. 1. Struktur molekul beberapa surfaktan anionik.

Sabun merupakan surfaktan anionik pertama yang dibuat dari reaksi asam lemak yang berasal dari lemak hewan maupun lemak nabati dengan alkali.. Sabun mempunyai kekurangan yaitu tidak berfungsi dalam air sadah dan pada suhu rendah misalnya air dingin. Hal ini memicu dibuatnya surfaktan yang lebih tahan terhadap air sadah. Tujuh puluh tahun kemudian pasar surfaktan digantikan oleh natural alkil sulfat. Dengan perkembangan teknologi, ditemukan surfaktan yang lebih murah yaitu Alkyl Benzen Sulfonat yang merupakan surfaktan sintesis yang pertama. Sayangnya ABS susah diuraikan oleh mikroba, akibatnya akan meninggalkan busa di sungai yang mengakibatkan pencemaran. Perbaikan-perbaikan terus dilakukan untuk mendapatkan surfaktan yang lebih mudah didegradasi secara biologis dan tidak mengendap dalam air sadah, hingga didapatkan berbagai surfaktan sintesis seperti alkyl ethoxy ether sulfate (AES), Alpha olefin sulfonate (AOS), highly soluble alcohol

sulfates (HSAS), dan modified linear alkyl benzene sulfonate (MLAS). Perkembangan penggunaan surfaktan anionik dari tahun ke tahun dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

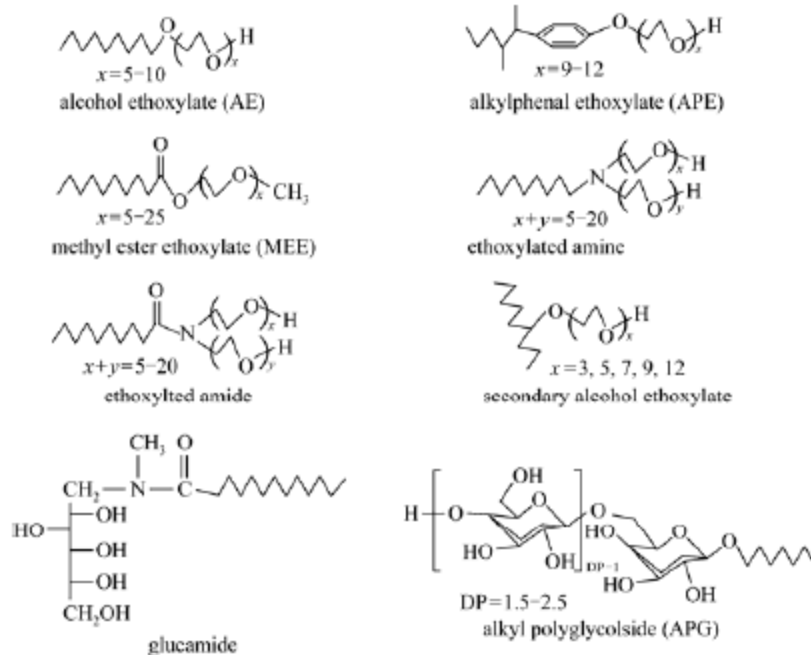


Gambar 2.2. Perkembangan surfaktan untuk detergen dari tahun ke tahun (Scheibel dalam Yu, 2008)

Alkil ester sulfonat, khususnya metil ester sulfonat (MES) merupakan surfaktan anionik ramah lingkungan yang lebih mudah didegradasi secara biologi dibandingkan dengan LAS. MES yang dapat disintesa dari minyak nabati, yang seluruhnya bisa diperbaharui, sudah diproduksi sebagai bahan pembuat detergen dan produk pembersih oleh perusahaan-perusahaan seperti *Lion Corporation Stepan* dan *Malaysian Palm Oil Board*. MES mempunyai suhu Krafft yang tinggi, sehingga tidak memberikan performa pencucian yang baik terutama pada pencucian *grease* dan minyak. Penambahan hidrotrop atau mencampurkan MES dengan surfaktan lain yang mempunyai temperatur Kraffs yang lebih rendah akan mengefektifkan daya pencuciannya.

2.5.1. Surfaktan Nonionik

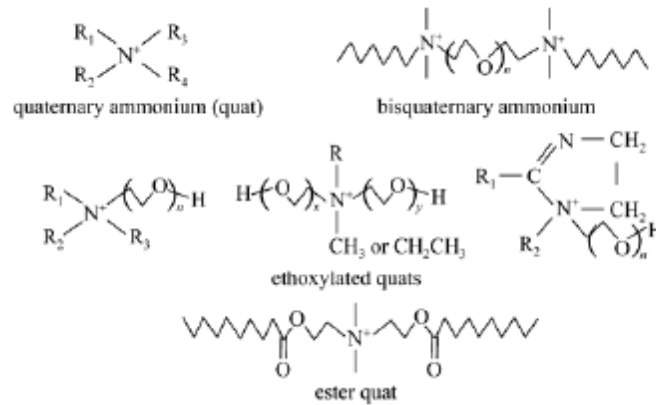
Berbeda dengan surfaktan anionik, surfaktan nonionik tidak sensitif terhadap air sadah, karena tidak terjadi pengendapan yang disebabkan oleh ion divalen. Surfaktan ini dapat digunakan sebagai pencuci bahan serat yang berasal dari bulu hewan, seperti sutra dan wool, untuk menghindari adsorpsi ionik surfaktan pada gugus asam amino. Surfaktan-surfaktan yang termasuk golongan ini diwakili oleh linear alcohol ethoxylates, dengan alkohol yang berasal dari turunan minyak bumi maupun dari sumber alam hayati, diantaranya adalah : alcohol ethoxylate (AE), alkylphenol ethoxylate (APE), methyl ester ethoxylate (MEE), ethoxylated amine, ethoxylated amide, alkyl polyglycoside (APG), polyethylene oxide-polyalkylen, dll. Struktur molekul surfaktan-surfaktan nonionik dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 2.3.. Struktur molekul surfaktan-surfaktan nonionik

2.2.3. Surfaktan Kationik

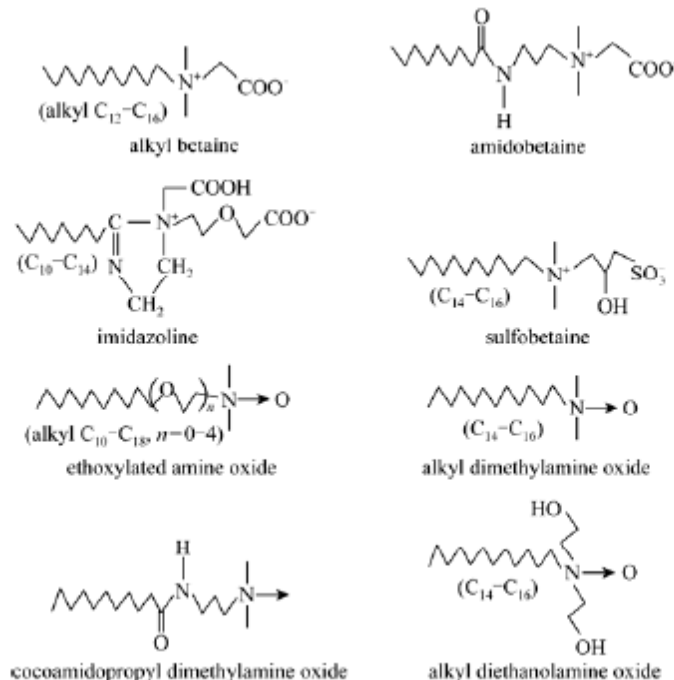
Sebagian besar surfaktan kationik yang digunakan dalam deterjen, mengandung atom nitrogen sebagai pembawa muatan positif. Senyawa surfaktan (quats), terutama dioctadecyl Dimethylammonium klorida digunakan sebagai agen antistatik karena aktivitas antistatiknya tinggi. Amonium kuaterner dan quats teretoksilasi, biasanya digunakan sebagai pelembut kain [35] yang bekerja dengan cara mengurangi gesekan antara serat, dan antara serat dan kulit, sehingga juga dapat digunakan sebagai kondisioner rambut. Karena sifatnya yang lembut, surfaktan ini dapat digunakan sebagai pembersih kosmetik, dengan menambahkan sedikit senyawa alkyleneoxylated bisquaternary ammonium. Namun surfaktan kationik yang stabil secara hidrolitik menunjukkan tingkat peracunan air yang lebih tinggi dibandingkan dengan surfaktan dari kelompok yang lain. Ester quats, yang merupakan surfaktan kationik ramah lingkungan jenis baru, digunakan untuk menggantikan dialkil quats sebagai agen pelunakan tekstil. Struktur beberapa jenis quats ditunjukkan pada Gambar. 4.



Gambar 2.4. Struktur surfaktan-surfaktan kationik

2.2.4. Surfaktan Switterionik

Surfaktan Zwitterionik mempunyai dua muatan yang berbeda jenis pada keadaan normal. Salah satu jenis surfaktan ini adalah surfaktan amfoter yang dapat menjadi surfaktan ionik, kationik atau Zwitterionik, tergantung pada pH larutan (Jonsson dalam Yu, 2008). Struktur molekul surfaktan jenis ini dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2. 5. Struktur molekul surfaktan zwitterionik

Surfaktan amfoter seperti betain dan sulfobetain banyak digunakan untuk pembersih rumah tangga dan perawatan diri. Sifat detergeni betain dalam tanah yang berminyak dan

biodegradasinya lebih baik dibandingkan dengan AE. Oleh karena surfaktan amfoter biasanya lebih lembut dan lebih sedikit mengiritasi kulit dibandingkan dengan surfaktan anionik dan surfaktan ionik, maka bisa digunakan bersama-sama dalam detergen untuk mengentalkan, memberikan stabilitas suhu, dan lebih lembut untuk kulit. Komposisi ini cocok digunakan untuk membersihkan kulit, rambut, dan wajah.

2.3. Metil Ester Sulfonat (MES)

Metil ester sulfonat (MES) adalah surfaktan anionik yang dapat disintesa dari minyak nabati atau lemak hewani. Beberapa minyak nabati dan lemak hewani yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan MES antara lain : minyak sawit, minyak jarak, minyak biji nyamplung, minyak kedelai, limbah minyak goreng bekas dan *tallow*.(Watkins, 2001) Kandungan utama minyak nabati adalah trigiserid yang tersusun atas tiga asam lemak rantai panjang yang membentuk ester dengan gliserol. Selain itu juga terdapat asam lemak bebas. Keuntungan penggunaan MES sebagai surfaktan antara lain : mudah larut dalam air dan stabil dalam air sadah, viskositasnya rendah dan kemampuan pembasah yang baik, tidak toksik, dan mudah didegradasi (Matheson, 1996). Metil ester sulfonat dapat disintesa melalui beberapa tahap antara lain konversi minyak menjadi metil ester melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi, dilanjutkan dengan proses sulfonasi, bleaching dan netralisasi

2.4. Nano Fluida

Ada beberapa jenis logam/oksida logam yang sering digunakan dalam nanofluida, antara lain titanium dioksida (titania), seng oksida (ZnO), aluminium oksida (Al₂O₃), Fe, grafit, karbon, dll.

2.4.1. Titania nanofluida

Titanium dioksida, atau lebih dikenal dengan nama titania mempunyai 3 bentuk kristal yaitu brookit, anatase dan rutil. Brookit merupakan kristal yang tidak stabil, sedangkan anatase dan rutil bersifat stabil. Titania banyak digunakan sebagai fotokatalis yang ramah lingkungan karena dapat mendegradasi bermacam-macam polutan baik limbah organik maupun limbah kimia. Titania menjadi fotokatalis yang paling banyak digunakan karena mempunyai kestabilan fisika dan kimia yang tinggi, mudah didapat dan relatif murah harganya, sangat inert dan tidak membahayakan kesehatan. Untuk mengoptimalkan fungsi fotokatalisisnya, biasanya

titania dibuat dalam ukuran nano baik dalam nanopartikel, nanowire, nanotube maupun nanofiber.

Titania nanofluida adalah titania nanopartikel yang didispersikan dalam fluida induk (*host/based fluid*) biasanya air deionisasi atau air distilasi. Selain sebagai fotokatalis, titania nanofluid juga banyak digunakan pada proses pendinginan dalam perpindahan panas, sel surya, peralatan optik, dll.

2.4.2. Alumina Nanofluida

Alumina merupakan bahan yang paling murah dan paling banyak digunakan untuk berbagai keperluan teknologi keramik.

2.4.3. Alumunium Nitrit nanofluid

Alumunium nitrida AIN adalah bahan tidak beracun baru dalam teknologi keramik. Sejak penemuannya lebih dari 100 tahun yang lalu AIN telah diproduksi secara komersial. AIN mempunyai sifat khusus seperti konduktifitas termalnya yang tinggi (8-10 kali Al_2O_3), koefisien dielektriknya rendah (sekitar 8.15), hambatan listriknya tinggi, tahan terhadap korosi dan erosi, serta densitasnya rendah. Karena keunggulan sifatnya ini AIN banyak digunakan dalam berbagai aplikasi teknik dan menarik perhatian peneliti.

2.4.4. Silikon dioksida nanofluid

Silika digunakan secara luas dalam bahan keramik baik sebagai prekursor untuk fabrikasi produk keramik lain maupun sebagai material keramiknya sendiri. Silika mempunyai ketahanan terhadap abrasi, insulasi listrik dan stabilitas termal yang baik.

2.4.5. Carbon nanotube and nanofluid

Nanoparticle bisa berbentuk bulat atau silinder. Carbon nanotube yang berbentuk silinder disebut carbon nanotube (CNT) dan salah satu nanotube disebut multiwalled carbon nanotube (MWCNT)

Pada sistem nanofluida masalah utama yang timbul adalah bagaimana menjaga kestabilan nanopartikel titania agar tetap berada dalam suspensi, karena apabila terjadi aglomerasi dan

kemudian mengendap akan menghilangkan keunggulan sifat titaniannya. Pada bagian berikut ini kita akan membahas lebih jauh tentang preparasi nanofluida, stabilitas dan karakterisasinya.

2.5.Preparasi Nanofluida

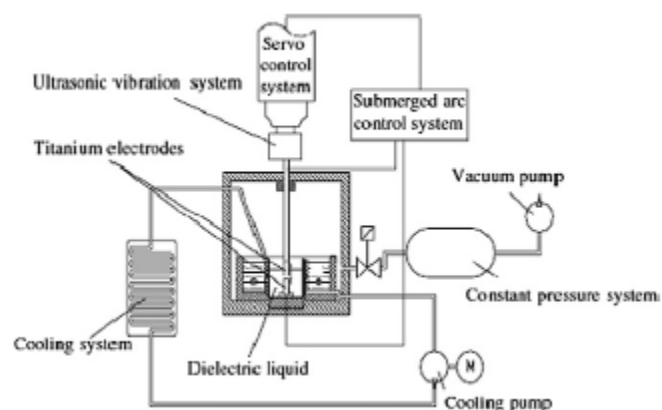
Ada dua metode yang sering digunakan dalam preparasi nanofluida, yaitu metode dua langkah dan metode satu langkah.

2.5.1. Metode Dua langkah

Pada metode ini, mula-mula dibuat nanopartikelnya dengan cara hidrotermal, sol gel atau dengan digrinding menggunakan ballmill. Kemudian nanopartikel yang diperoleh didispersikan ke dalam *host fluid*. Metode ini banyak digunakan dalam industri karena prosesnya sederhana.

2.5.2. Metode satu langkah

Pada metode ini produksi titania nanopartikel dan preparasi nanofluid dilakukan bersamaan dalam alat yang disebut *ultrasonic-aided submerged arc-nanoparticle synthesis system*. Nanofluida disiapkan dengan mengalirkan fluida yang mempunyai tekanan uap rendah ke dalam *powder nanophase* yang terkondensasi dari fase uap.



Gambar 2. 6. *ultrasonic-aided submerged arc-nanoparticle synthesis system* untuk menghasilkan nanofluida

Keuntungan dari metode ini adalah dapat mencegah pengeringan, transportasi, penyimpanan, dan dapat meminimasi sedimentasi. Keterbatasan metode ini adalah sulit untuk dilakukan *scale up* dan hanya bekerja baik jika digunakan *host fluid* yang mempunyai tekanan uap rendah. Hal ini menyebabkan keterbatasan penggunaan metode ini. Chang dkk (2007) membuat titania nanopartikel yang didispersikan dalam air dengan metode satu langkah menggunakan *high pressure homogenizer*. Metode ini disebut *modified magnetron sputtering*. Skema peralatannya dapat dilihat pada gambar 6. Peralatan utama terdiri atas sistem pemanas, sistem ultrasonic, sistem kontrol tekanan dan sistem kontrol temperatur. Teknik utama proses ini adalah penggunaan bahan logam titanium untuk dihasilkan sebagai elektrode dan pengintegrasian alat dengan ultrasonic vibrator. Ruang vakum adalah tempat dimana temperatur dan tekanan dijaga konstan pada level yang memadai. Cairan dielektrik di ruang vakum adalah air yang dideionisasi. Batang logam digunakan sebagai elektroda dan ditempatkan di bagian bawah ruangan. Selama proses, badan logam terendam dalam cairan dielektrik di ruang vakum. Energi listrik digunakan untuk menghasilkan sumber pemanas untuk membangkitkan *arc* yang memadai dengan suhu tinggi mulai dari 6000 sampai 12.000°C. Selama proses, batang titanium meleleh dan menguap dalam air deionisasi yang digunakan sebagai cairan isolasi. Kemudian, cairan dielektrik menguap dengan cepat dalam bagian *submerged arc* ketika elektroda logam uap dipanaskan. Uap air dengan tekanan tinggi dihasilkan oleh gaya inersia di sekitar cairan dielektrik (air deionisasi). Tekanan tinggi mencapai 40-50 kg/cm² mendorong bahan yang ter evaporasi lepas dari permukaan bahan logam dengan cepat. Kemudian, aerosol uap yang terbentuk dalam dielektrik liquid mengubah fasenya melalui nukleasi, pertumbuhan dan tahap pepadatan, dan akhirnya menjadi nanopartikel logam yang tersebar dalam cairan dielektrik .

2.6. Stabilitas Nanofluida

Pada sistem nanofluida, upaya untuk menjaga kestabilan nanopartikel dalam sistem suspensi masih merupakan bidang yang menarik para peneliti untuk mempelajarinya. Besarnya gaya van der Waals antar partikel, menyebabkan partikel-partikel dalam suspensi cenderung untuk saling mendekat untuk membentuk agregat, dan karena adanya gaya gravitasi akan menyebabkan partikel partikel tersebut mengendap di bagian dasar suspensi, dan kehilangan fungsinya seperti menaikkan konduktifitas termal, menaikkan viskositas, menurunkan tegangan permukaan, dan fungsi fotokatalitisnya.

Untuk menjaga kestabilan nanofluida beberapa cara dilakukan diantaranya dengan memodifikasi sifat permukaan nanopartikel, dengan penambahan surfaktan dan dengan memberikan gaya yang besar untuk memecah agglomerat.

2.6.1. Dengan Penambahan Surfaktan

Penambahan surfaktan adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menjaga stabilitas nanofluida. Dengan adanya surfaktan akan mengubah sifat hidrofobik permukaan nanopartikel menjadi hidrofilik dalam air, sedangkan dalam cairan bukan air, surfaktan akan mengubah permukaan hidrofilik menjadi hidrofobik. Selain perubahan permukaan hidrofobik menjadi hidrofilik dan sebaliknya, gaya tolak menolak antar nanopartikel dalam sistem hibrid akan meningkat sebagai akibat adanya muatan di permukaan (Hwang, 2007, Jin, 2009). Satu hal yang harus diperhatikan adalah bahwa penambahan surfaktan ke dalam sistem nanofluida harus cukup, agar gaya tolak menolak yang terjadi dapat melawan interaksi van der Waals.

Surfaktan yang banyak digunakan untuk penstabil sistem nanofluida antara lain SDS , SDBS , garam dan asam oleat , CTAB , DTAB dan sodium octanoat (SOCT)

2.6.2. Dengan mengatur pH

Pengaruh pH terjadi karena sifat elektrokinetik. Proses ini berdasarkan pada modifikasi muatan pada permukaan. Fluida induk yang berada dalam lingkungan asam/basa akan menyebabkan nanopartikel menjadi bermuatan. Gaya tolak menolak yang timbul karena jenis muatan yang sama dalam nanopartikel akan menahan terbentuknya agglomerat.

2.6.3. Dengan Sonifikasi

Penambahan surfaktan dan mengatur pH berguna untuk mengubah sifat permukaan nanopartikel secara kimia. Ultrasonic bath, processor dan homogenizer adalah serangkaian alat yang efektif untuk memecah agglomerat (Hwang, 2008). Kekurangan dari cara ini adalah nanopartikel akan mulai mengendap setelah melewati waktu proses yang optimum.

Berdasarkan jurnal-jurnal terdahulu, para peneliti menggunakan gabungan dari tiga metode, dua metode atau hanya satu metode di atas. Ringkasan dari metode yang digunakan oleh para peneliti terdahulu dapat dilihat pada tabel 2.

Untuk mengetahui stabilitas nanofluida dapat dilakukan dengan mengukur zeta potensial menggunakan zeta potensial measurement dan mengukur laju sedimentasi dengan menggunakan UV-visible Spectroscopy (UV-vis) (Jiang, 2003), dan juga dapat dengan melihat langsung pada tampilan suspensi dan mengambil fotonya. Semakin besar nilai zeta potensial (baik positif maupun negatif) semakin menunjukkan kestabilan suspensi. Hubungan antara nilai zeta potensial dengan kestabilan suspensi dapat dilihat pada tabel 3.

Table 2.1. Zeta potensial Hubungannya dengan kestabilan suspensi (Vandsburger, 2009)

Absolute Zeta potential (mV)	stability
0	No stability
15	Lower stability but settling lightly
30	Moderate stability
45	Good stability, possible settling
60	Very good stability

2.7. Hipotesa

1. Penambahan surfaktan dalam system nanofluida akan menambah kestabilan sistim nanofluida,
2. Dengan adanya titania nanopartikel akan meningkatkan kinerja dari surfaktan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu

3.1.1 Tempat

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Rekayasa Proses Kimia dan Bahan Alam, Departemen Teknik Kimia UI,.

3.1.2 Waktu

Penelitian ini dilakukan selama 3 bulan mulai dari bulan Februari sampai dengan bulan Mei 2020.

3.2 Alat dan bahan

Penelitian ini terdiri dari 2 tahap, yaitu preparasi titania nanofluida kemudian dilanjutkan dengan penambahan surfaktan dalam system titania nanofluida. uji kinerja kestabilan nanofluida dilakukan dengan UV vis spectrophotometer, uji tegangan permukaan dengan tensiometer dilakukan di laboratorium uji Bea Cukai Cempaka Putih, Jakarta.

Alat : Timbangan, beerglass, magnetic stirrer, sonikator.

Bahan : Titanium dioksida evonic P25, akuades, surfaktan. Semua bahan diperoleh dari supplier bahan kimia di depok, dan digunakan langsung tanpa preparasi terlebih dahulu.

3.3. Prosedur Penelitian

3.3.1. Preparasi Titania Nanofluida

1. Timbang sejumlah massa titania P25
2. Pendispersian ke dalam sejumlah tertentu aquades
3. Pengadukan selama 15 menit dalam magnetic stirrer.

3.3.2. Pencampuran Titania nanofluida dengan Surfaktan

1. Penimbangan sejumlah tertentu surfaktan.
2. Pengadukan dalam magnetic stirrer selama 15 menit.
3. Pencampuran nanofluida dengan larutan surfaktan dengan perbandingan antara titania : surfaktan 1 : 6; 1: 8; 1;10 dan 1 : 12
4. Pengadukan dalam magnetic stirrer selama 30 menit.

5. Sonikasi selama 30 menit

3.3.3. Analisa Kestabilan Nanofluida.

1. Pengambilan sampel campuran nano fluida dan surfaktan.
2. Pengamatan adsorbansi dengan UVvis Spectrofotometer pada waktu 0 jam, 1 jam, 2 jam dan 3 jam.
8. Analisa kestabilan dengan mengamati perubahan absorbansi selama 0-3 jam.

3.3.4. Perhitungan Penurunan Absorbansi campuran.

Absorbansi pada waktu 0 jam digunakan sebagai patokan untuk perhitungan absorbansi 100%. Selanjutnya dilakukan pengamatan absorbansi setiap satu jam dari 1-3 jam.

$$\% \text{ absorbansi} = \frac{\text{absorbansi mula mula} - \text{absorbansi setiap saat}}{\text{absorbansi mula mula}} \times 100\%$$

3.3.4. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Blok diagram Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

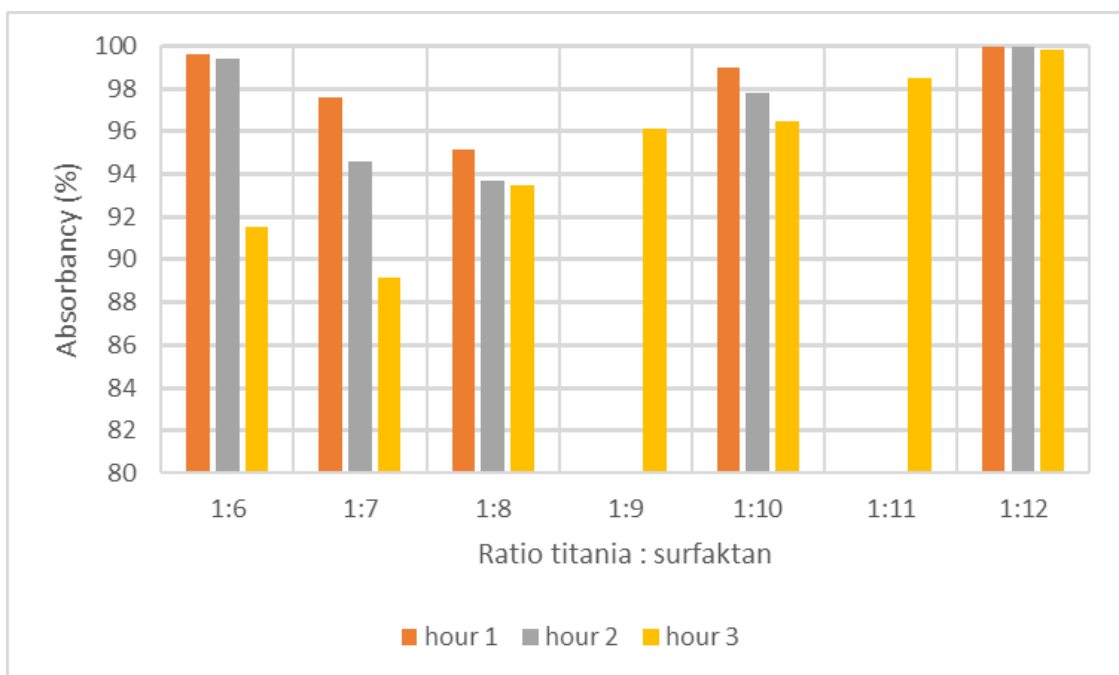
4.1 Hasil penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan variasi ratio titania dengan surfaktan 1: 6 sampai 1:12. Setelah dilakukan sonikasi selama 30 menit, campuran didiamkan dan diamati kestabilan nanofluidanya dengan cara mengamati absorbansinya dengan menggunakan UV vis Spektrophotometer setiap satu jam, selama 3 jam. Dari hasil pengamatan diperoleh data hubungan antara persen absorbansi terhadap waktu seperti pada table 4.1 berikut :

Tabel 4.1. Hubungan antara ratio titania : surfaktan terhadap persen absorbansi setiap saat.

Waktu, Jam	1:6	1:7	1:8	1:9	1:10	1:11	1:12
0	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
1	99.6%	97.6%	95.2%	0.0%	99.0%	0.0%	100.0%
2	99.4%	94.6%	93.7%	0.0%	97.8%	0.0%	100.0%
3	91.5%	89.2%	93.5%	96.2%	96.5%	98.5%	99.9%

Dari tabel di atas dapat dibuat grafik seperti pada gambar berikut :



Gambar 4.1. Grafik hubungan antara ratio titania : surfaktan terhadap persen absorbansi.

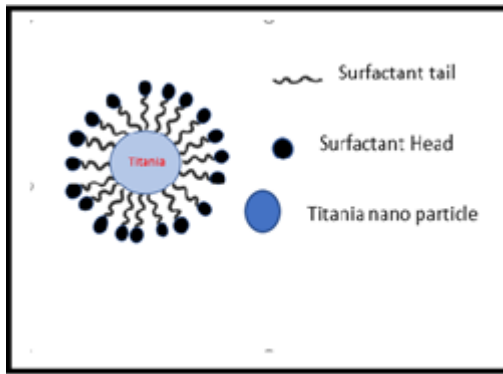
4.2. Pembahasan

Nano fluida yang stabil adalah nanofluida yang nano partikelnya tetap terdispersi merata dalam fluida induknya. Hal ini dapat dilakukan pada proses persiapan awal dimana dilakukan kombinasi antara pengadukan dengan magnetic dan pengadukan dengan sonikasi. Dengan melakukan sonikasi diharapkan nanopartikel akan tersebar di suspense dan tidak menggumpal yang akan menyebabkan mudah mengendap.

Dari grafik di atas dapat dilihat setelah beberapa saat terjadi penurunan absorbansi, hal ini menunjukkan dispersi padatan dalam campuran mulai berkurang akibat pengendapan dari nanopartikel. Kestabilan nanofluida dapat diamati dengan absorbansinya. Apabila partikel padatan tersebar dalam fluida, maka akan menyebabkan absorbansinya besar. Ketika sebagian partikel mulai saling mendekat, maka akan terbentuk gumpalan yang lebih besar. Dengan adanya gaya gravitasi gumpalan akan mengendap, sehingga sebaran nanopartikel dalam nano fluida berkurang, dan menyebabkan adsorbansinya turun.

Nanopartikel titania sebelum terpapar dengan sinar UV bersifat hidrofobik. Ketika ditambahkan surfaktan yang mempunyai gugus hidrofilik di bagian kepala, dan hidrofobik di bagian ekornya, maka bagian hidrofobik dari surfaktan akan teradsorpsi pada permukaan titania. Proses adsorpsi ini akan menyebabkan permukaan titania menjadi bermuatan. Jika setiap permukaan partikel titania bermuatan listrik dengan jenis muatan yang sama, maka akan terjadi gaya tolak menolak antara partikel titania yang bermuatan, sehingga mencegah nano partikel untuk saling mendekat dan mencegah penggumpalan yang pada akhirnya akan memperkecil laju pengendapan. Dengan adanya gugus hidrofil surfaktan yang bermuatan positif/negatif pada permukaan titania, maka akan terjadi gaya elektrostatik yang saling tolak menolak antar partikel titania, yang akan menghambat bergabungnya nanopartikel untuk membentuk agregat dan membuat sistem nanofluida menjadi lebih stabil.

Xuankun Li, 2017, mencatat bahwa dengan penambahan surfaktan sodium dodecyl sulfat (SDS-surfaktan anionik) dan NP-9 (surfaktan non ionik) dapat menaikkan zeta potensial dan menurunkan kecepatan sedimentasi dari nanofluida. Interaksi antar partikel titania yang sudah mengadsorpsi surfaktan dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 4.2. Ilustrasi interaksi antara nanopartikel titania dengan surfaktan. (Slamet, 2017)

Nanofluida dapat dikatakan stabil apabila persen penurunan absorbansinya selama 3 jam kurang dari 5%. Ini berarti selama 3 jam hanya terjadi sedikit pengendapan dari nanopartikel dalam sistem nanofluidanya. Berdasarkan data hasil penelitian diperoleh nanofluida yang stabil pada rasio titania : surfaktan 1: 9 sampai 1: 12 dimana pada waktu 3 jam tingkat absorbansinya lebih besar dari 95%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penambahan surfaktan ke dalam sistim titania nanopartikel akan menyebabkan gugus hidrofob dari surfaktan teradsorbsi di permukaan nanopartikel, sehingga menyebabkan permukaan nano partikel menjadi bermuatan. Jenis muatan di permukaan nanopartikel yang sama akan menyebabkan terjadinya gaya tolak menolak antar partikel yang bermuatan, sehingga mencegah terjadinya pengendapan.
2. Ratio titania : surfaktan yang dapat menghasilkan nanofluida yang stabil adalah 1 : 9 atau lebih.

5.2. Saran

.Perlu dilanjutkan penelitian yang lebih dalam untuk mengetahui hubungan timbal balik antara titania nanofluida dengan surfaktan.

DAFTAR PUSTAKA

- A.Ghadini, R. Saidur, H.S.C. Metselaar, 2011, A review of nanofluid stability properties and characterization in stationary conditions, *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 54, 4051-4068
- A. Uphadhyaya, E.J. Acosta, J.F. Schamehorn, D.A. Sabatini, 2007, Adsorption of Anionic-Cationic Surfactant Mixtures on Metal Oxide surfaces, *J. Surfactant Detergent*,
- D.K. Devendiran, V.A. Amirtam, 2016, A review on preparation, characterization, properties and applications of nanofluids, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, 21-24
- F. Laura, C. Laura, B. Sergio, 2012, Viscosity and thermal conductivity measurement of water-based nanofluids containing titanium oxide nanoparticles, *International Journal Refrigeration*, 35, 1359-1366.
- H. Chang, C.S. Jwo, P.S. Fan, S.H. Pai, 2007, Process Optimization and material properties for nanofluid manufacturing, *International Journal Manufacturing Technology* 34, p 300-306.
- H. Gabriella, H. Angel, 2012, Application of Nanofluids in heat exchanger, : A Review, *Renew and Sustain Energy*, 16, 5625-5638.
- H. Jin, W. Xianju, L. Qiong, W. Xueyi, Z. Yunjin, I. Liming, 2009, Influence of pH on the stability characteristics of nanofluids, in : *Symposium on Photonic and Optoelectronics*, pp 1-4
- Hamisu Umar Farouk, Abdul Aziz Abdul Raman, 2016, Wan Mohd Ashri Wan Daud, TiO₂ catalyst deactivation in textile wastewater treatment: Current challenges and future advances, *Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 33, p 11–21
- J.J. Murcia, E.G. Ávila-Martínez, H. Rojas, J.A. Navío, M.C. Hidalgo Grupo , 2017 , Study of the E. coli elimination from urban waste water over photocatalysts based on metallized TiO₂, *Applied Catalyst B : Environmental*, 200, 469-476
- J. Qiu, S. Zhang, H. Zhao, 2012, Nanostructured TiO₂ photocatalysts for the determination of organic pollutants, *Journal of Hazardous Materials* 211– 212, p.381– 388

L. Jiang, L. Gao, J. Sun, , 2003, Production of colloidal dispersion of carbon nanotubes, Journal Colloidal Interface Science, 260, 89-94.

L. Vandsburger, 2009, Synthesis and covalent surface modification of carbon nanotubes for preparation of stabilized nanofluid suspension, Mechanical Engineering, Mc Gill University.

M.E. Borges , M. Sierra , E. Cuevas, R.D. García P. Esparza, 2016, Photocatalysis with solar energy: Sunlight-responsive photocatalyst based on TiO₂ loaded on a natural material for wastewater treatment, Solar Energy, 135, p 527–535

M. Cruza, C. Gomeza, C. J. Duran-Valleb, Luisa M. Pastrana-Martínezc, J. L. Fariac, Adrián M.T. Silvaca,*, M. Faraldosa, A. Bahamondea, 2015, Bare TiO₂ and graphene oxide TiO₂ photocatalysts on the degradation of selected pesticides and influence of the water matrix, Applied Surface Science xxx.

M. Songping, C. Ying, J. Lisi, L. Xianglong, 2012, Investigation on crystalization of TiO₂ water nanofluids and deionized water, Journal Applying Energy, 93, 65-70.

P.K. Das, A.K. Mallik, R. Ganguly, A. K. Santra, 2016, Synthesis and Characterization of TiO₂-water nanofluids with different surfactant, International Communications in Heat and Mass Transfer, 75, p. 341-348

Slamet, A.S. Redjeki, Interaction between Surfactant and Titania in Detergent nanofluid System, AIP Conference Proceeding 1904, 020063, 2017, p.

S. Lee, S. Park, 2013, TiO₂ photocatalyst for water treatment applications, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 19, p 1761–1769,

S. Li, W. Zu, 2011, A comparative study on aggregation/sedimentation of TiO₂ nanoparticles in mono- and binary systems of fulvic acids and Fe(III), **Journal** of Hazardous Material, 197, p. 70-79.

W. Duangthongsuk, S. Wongwises, 2010, Comparison of the effect of measured and computed thermophysical properties of nanofluids on heat transfer performance, Experimental Thermal Fluid Science, 34 (5), 616-624.

X. Li, M. Yuneda, Y. Shimada, Y. Matsui, 2017, Effect of surfactants on the aggregation and stability of TiO₂ nanoparticle in environmental aqueous matrices, *Science of the Total Environment*, 574, 176-182.

Y. Hwang, J.K. Lee, C.H. Lee, Y.M. Jung, S.I. Cheong, C.G. Lee, B.C. Ku, S.P. Jang, 2007, Stability and Thermal Conductivity characteristics of nanofluids, *Thermochim Acta* 455, p 70-74

Y. Hwang, J.K. Lee, Y.M. Jeong, S. Cheong, Y.C. Ahn, S.H. Kim, 2008, Production and dispersion stability of nanoparticles in nanofluids, *Powder Technology*, 186, 145-153

Y. Yu, J. Zhao, A.E. Bayly, 2008, Development of Surfactants and Builders in Detergent Formulation, *Chinese Journal of Chemical Engineering* , 16(4), p 517-527.

Y. Zheng, C. Luo, L. Liu, Z. Yang, S. Ren, Y. Cai, J. Xiong, 2016, Synthesis of hierarchical TiO₂/SnO₂ photocatalysts with different morphologies and their application for photocatalytic reduction of Cr(VI), *Materials Letters*, 181, p169–172

Z. Mohammadi, S. Sharifnia, Y. Shavisi, 2016, Photocatalytic degradation of aqueous ammonia by using TiO₂eZnO/LECA hybrid photocatalyst. *Materials Chemistry and Physics* xxx 1-8