

LAPORAN AKHIR
RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT



**NANOKOMPOSIT *nata-de-cocol*/ZnO/Ag : SINTESIS,
FOTOKATALITIK DAN ANTIMIKROBANYA**

TIM PENGUSUL

Dr. HENRY F. ARITONANG, S.Si., M.Si (Ketua)
0007127103

Prof. Dr. Ir. JULIUS PONTOH, M.Sc. (Anggota)
0013025104

Dr. Drs. DEWA G. KATJA, M.Si (Anggota)
0020126006

UNIVERSITAS SAM RATULANGI
NOVEMBER 2018

Dibiayai Dari Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA)
Nomor: SP DIPA - 042.01.2.400959/2018 tanggal 5 Desember 2017
5742.003.053.525119

HALAMAN PENGESAHAN

RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT (RTUU)

Judul NANOKOMPOSIT *Nata De Coco/ZnO/Ag*: SINTESIS, FOTOKATALITIK DAN ANTIMIKROBANYA**Peneliti/Pelaksana**

Nama Lengkap : HENRY F. ARITONANG
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
NIP/NIK : 197112072000031001
NIDN : 0007127103
Jabatan / Golongan : Lektor Kepala - IV/a
Fakultas / Program Studi : Fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan alam - Kimia
Nomor HP : 08124450362
Alamat surel(e-mail) : henryaritonang@yahoo.com
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 Tahun
Biaya Yang Diusulkan : Rp. 52,500,000
Biaya Maksimum : Rp. 60,000,000


Anggota**Anggota (1)**

Nama : JULIUS PONTOH
NIDN : 0013025104
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Anggota (2)

Nama : DEWA GEDE KATJA
NIDN : 0020126006
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Mengetahui
Dekan Fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan

alam,

(Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc)
NIP/NIK : 196606041995121001

Manado, 5 November 2018

Ketua

(DR HENRY F. ARITONANG / S.SI, M.SI)
NIP/NIK : 197112072000031001

Menyetujui,
Ketua LPPM UNSRAT


(Prof. Dr. Charles L. Kaunang, MS)
NIP/NIK : 195910181986031002

RINGKASAN

Pengembangan ilmu pengetahuan tentang nanoteknologi semakin berkembang pesat. Nanoteknologi memiliki potensi yang besar dalam aplikasi untuk biomedis, nanodevices, fotokatalis/fotodegradasi, dan lain-lain. Nanoteknologi adalah suatu teknologi yang melibatkan prekursor sebagai sumber material nano, ukuran dan bentuk partikel dalam skala nanometer sehingga mencapai keunikan sifat, yang dapat dimanipulasi sesuai kebutuhan yang diinginkan. Penelitian ini mensintesis nanopartikel ZnO dan Ag dengan menggunakan *nata-de-coco* sebagai matriks menghasilkan membran nanokomposit *nata-de-coco-/ZnO/Ag* yang digunakan sebagai fotokatalis.

Penelitian yang telah dilakukan hingga bulan November 2018, yaitu pembuatan *nata-de-coco*, sintesis nanopartikel ZnO dan Ag serta aktivitas fotokatalitiknya. Pembuatan *nata-de-coco* dilakukan melalui variasi waktu fermentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi terbaik yaitu 6 hari karena menghasilkan *nata-de-coco* dengan ukuran rongga yang kecil (44 nm) dan seragam. Selanjutnya, *nata-de-coco* tersebut digunakan sebagai matriks untuk mensintesis nanopartikel ZnO dan Ag. Sintesis nanopartikel ZnO dan Ag menggunakan prekursor $Zn(NO_3)_2$ dan $AgNO_3$ dengan variasi kandungan Ag yaitu 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara visual, warna membran nanokomposit *nata de coco/ZnO/Ag* berwarna coklat. Sintesis juga dilakukan untuk menghasilkan *nata de coco/ZnO* dan *nata de coco/Ag* sebagai pembandingan, dengan warna masing-masing adalah putih dan hitam. Karakterisasi yang dilakukan adalah SEM, XRD, dan TEM. Penelitian tahap berikutnya adalah uji fotokatalitik menggunakan membran nanokomposit terhadap methylene blue.

PRAKATA

Dalam menjalankan tugasnya, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) Republik Indonesia memiliki tugas dan fungsi untuk membina sumber daya manusia Riset Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (SDM RIPTEK). Berbagai program penelitian telah dilaksanakan oleh Kemenristekdikti untuk meningkatkan kapasitas SDM RIPTEK, diantaranya adalah Penelitian yang dibiayai oleh Universitas Sam Ratulangi melalui dana DIPA.

Pada tahun 2018 ini, peneliti diberi kesempatan oleh Universitas Sam Ratulangi untuk melakukan Riset Terapan Unggulan Unsrat (RTUU) dengan judul : **NANOKOMPOSIT *nata-de-coco/ZnO/Ag* : SINTESIS, FOTOKATALITIK DAN ANTIMIKROBANYA.** Penelitian ini direncanakan selama dua tahun mulai Tahun 2018 hingga Tahun 2019. Pada tahun ini, hasil penelitian telah memperoleh membran nanokomposit *nata de coco/ZnO/Ag* dan telah diperoleh data uji fotokatalitik. Nmun demikian, untuk data uji antibakterinya belum dilakukan. Untuk itu, peneliti akan dilanjutkan kembali untuk Tahun kedua yaitu pada Tahun 2019. Dengan demikian, peneliti berharap semoga penelitian ini bermanfaat, terima kasih.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	1
RINGKASAN.....	2
PRAKATA.....	3
DAFTAR ISI.....	4
DAFTAR GAMBAR.....	5
DAFTAR LAMPIRAN.....	6
BAB 1. PENDAHULUAN.....	7
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	9
BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	17
BAB 4. METODE PENELITIAN.....	18
BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	22
BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....	31
BAB 7. KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN.....	36
Lampiran 1.....	36
Lampiran 2.....	38
Lampiran 3.....	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Perbedaan morfologi membran <i>nata de coco</i> sebelum dan setelah deposisi, (a) <i>nata de coco</i> ; membran nanokomposit : (b) <i>nata de coco</i> /ZnO, (c) <i>nata de coco</i> /Ag, (d) <i>nata de coco</i> /ZnO/Ag.....	23
Gambar 2 Citra SEM dari membrane nanokomposit (a) <i>nata de coco</i> /ZnO; (b) <i>nata de coco</i> /Ag; dan (c) <i>nata de coco</i> / ZnO/Ag (Ag 5%).....	24
Gambar 3 Difraktogram nanokomposit ZnO, Ag, ZnO/Ag serta standar.....	25
Gambar 4 Difraktogram <i>nata de coco</i> (Aritonang <i>et al</i> , 2017).....	26
Gambar 5 Citra TEM dan Histogram distribusi ukuran nanopartikel dari paduan ZnO dan Ag yang bersumber dari membran nanokomposit <i>nata</i> /ZnO/Ag (Ag : 5%).....	27
Gambar 6 Perubahan warna <i>methylene blue</i> dengan dan tanpa fotokatalis untuk waktu kontak (A) 60 menit, (B) 120 menit, (C) 180 menit : (a) tanpa fotokatalis, (b) ZnO, (c) Ag, (d) ZnO/Ag (1%), (e) ZnO/Ag (3%), (f) ZnO/Ag (5%), (g) ZnO/Ag (7%), (h) ZnO/Ag (9%). (i) <i>methylene blue</i> sebelum didegradasi.....	28
Gambar 7 Waktu kontak antara nanokomposit dengan <i>methylene blue</i> terhadap persen degradasinya.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Surat Tugas Penelitian.....	36
Lampiran 2 Pemakalah pada Seminar Nasional.....	38
Lampiran 3 Pemakalah pada Seminar Internasional.....	39

BAB 1. PENDAHULUAN

Pengembangan ilmu pengetahuan tentang nanoteknologi semakin berkembang pesat. Nanoteknologi memiliki potensi yang besar dalam aplikasi untuk biomedis, nanodevices, fotokatalis/fotodegradasi, dan lain-lain (Weiwei *et al.*, 2008). Nanoteknologi adalah suatu teknologi yang melibatkan prekursor sebagai sumber material nano, ukuran dan bentuk partikel dalam skala nanometer sehingga mencapai keunikan sifat, yang dapat dimanipulasi sesuai kebutuhan yang diinginkan (Taleb *et al.*, 2005). Dalam struktur nano, material yang dihasilkan memiliki sifat yang berbeda dari material sebelumnya (dalam bentuk ruahnya) sehingga dapat memiliki banyak fungsi. Karena keunikannya sehingga nanomaterial banyak diaplikasikan dan menunjukkan banyak manfaat sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaannya dan lebih ekonomis (Weiwei *et al.*, 2008).

Untuk menghasilkan nanomaterial, beberapa metode telah digunakan dan metode reduksi adalah metode yang lebih sederhana (Chong *et al.*, 2006). Untuk mendapatkan nanomaterial tersebut, umumnya diperlukan bahan penstabil atau yang dikenal dengan istilah *capping agent*. Bahan penstabil yang banyak digunakan adalah polimer hasil sintesis kimia, seperti PVP (*polyvinyl pyrrolidone*) (Jinhui *et al.*, 2016), PVA (*polyvinyl alcohol*) (Sharmila *et al.*, 2016), PEG (*polyethylene glycol*) (Alla *et al.*, 2016), SDBS (*sodium dodecyl benzene sulfonate*) atau SDS (*sodium dodecyl sulfate*) (Yonghui *et al.*, 2014). Polimer hasil sintesis ini dapat menimbulkan permasalahan pada lingkungan bila tidak diolah dengan baik sehingga perlu dicari solusi penggunaan polimer alami yang ramah lingkungan.

Nata de coco adalah polimer alam yang mengandung polimer selulosa yang bersumber dari hasil fermentasi air kelapa yang biasanya menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*. *Nata de coco* memiliki morfologi yang unik, yang menentukan sifat fisik dan mekaniknya, seperti porositas tinggi, kristalinitas tinggi, kekuatan mekanik yang sangat baik, dan memiliki kapasitas menahan air yang besar (Yang *et al.*, 2014). *Nata de coco* telah digunakan oleh beberapa peneliti sebagai nanoreaktor untuk mensintesis nanopartikel logam dan oksida logam dimana nanopartikel logam masuk dan menempel ke semua bagian serat-serat selulosa. (Aritonang *et al.*, 2014 ; Maneerung *et al.*, 2007). Penelitian yang dilakukan oleh Mohammad., *et al* (2012), telah memanfaatkan *nata de coco* sebagai matriks untuk mensintesis nanopartikel seng oksida (ZnO) serta analisis fotokatalisnya. Disamping itu peneliti Maneerung *et al* (2008), juga telah mensintesis nanopartikel Ag dengan memanfaatkan *nata de coco* sebagai

nanoreaktor dan telah digunakan sebagai anti bakteri. Namun demikian, penelitian sintesis nanopartikel ZnO-Ag yang terimpregnasi ke dalam *nata de coco* belum ada dilaporkan. Oleh karena itu, penelitian kali ini mencoba mensintesis kedua nanopartikel tersebut dengan memanfaatkan nanoreaktor *nata de coco*.

Digunakannya ZnO dalam penelitian ini karena ZnO lebih efisien sebagai fotokatalis dibandingkan Titanium oksida (TiO_2) pada larutan berair, disamping itu memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik dibanding TiO_2 (Goueva *et al.*, 2000). Namun demikian, aktivitas fotokatalitik semikonduktor ZnO dapat ditingkatkan dengan cara menambahkan material dopan yang bersumber dari logam-logam transisi. Menurut Chong *et al* (2006), aktivitas fotokatalitik ZnO meningkat setelah didoping dengan logam Nikel (Ni). Oleh karena itu, peneliti mencoba memanfaatkan nanopartikel Ag sebagai dopan untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik semikonduktor ZnO. Dengan demikian nanokomposit *nata de coco/ZnO/Ag* hasil sintesis diharapkan dapat berfungsi sebagai fotokatalis dalam mendegradasi zat warna dan sebagai anti bakteri. Digunakannya Ag sebagai pendoping karena Ag memiliki sifat tidak mudah teroksidasi atau mempunyai potensial reduksi tinggi sehingga logam tersebut bertindak sebagai akseptor elektron (Kawahara *et al*, 2005). Selain itu, penelitian ini menggunakan zat warna *methylene blue* ($\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{ClN}_3\text{S}$) karena senyawa ini sangat beracun dan memiliki daya adsorpsi yang sangat kuat (Dilla dan Sutanto, 2013).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah bidang ilmu pengetahuan yang sedang berkembang dan termasuk di dalamnya adalah pembahasan bagaimana proses sintesis serta pengembangan dari berbagai material berukuran nano. Nanopartikel dapat didefinisikan sebagai benda yang berukuran mulai dari 1-100 nm dan ukurannya berbeda dari bahan awalnya (material dasar). Saat ini, nanomaterial logam yang sering diproduksi adalah dengan menggunakan logam tembaga (Cu), seng (Zn), titanium (Ti), magnesium (Mg), emas (Au), alginat dan perak (Ag). Nanopartikel dapat digunakan untuk berbagai tujuan antara lain dalam bidang perawatan medis, penggunaan di berbagai cabang industri produksi seperti solar dan oksida bahan bakar baterai untuk penyimpanan energy, bahkan untuk proses pengolahan yang lebih luas, seperti kosmetik dan pakaian (Dubchak *et al.*, 2010).

Nanopartikel dapat disintesis secara kimiawi atau biologis. Metode sintesis nanopartikel secara kimia memiliki banyak efek samping karena adanya beberapa bahan kimia beracun diserap di permukaan. Alternatif untuk mendapatkan metode sintesis yang ramah lingkungan adalah dengan cara metode biologis menggunakan mikroorganisme (Klaus *et al.*, 1999 dan Konishi *et al.*, 2007), enzim (Wilner *et al.*, 2006), jamur (Vigneshwaran *et al.*, 2007), dan tanaman atau ekstrak tumbuhan (Shankar *et al.*, 2004 dan Ahmad *et al.*, 2011). Perkembangan metode sintesis nanopartikel yang ramah lingkungan ini semakin berkembang dan menjadi salah satu cabang penting dari bidang nanoteknologi terutama juga dalam nanopartikel Ag yang memiliki banyak aplikasi dalam berbagai bidang (Armendariz *et al.*, 2002 dan Kyriacou *et al.*, 2004).

2.2 Nanopartikel ZnO/Ag

Suatu material yang berstruktur nano, dapat digabungkan dalam partikel yang sama dan juga dapat memiliki beberapa fungsi sekaligus (Gu *et al.*, 2004). Dalam beberapa kasus, nanokristal gabungan dua logam telah menunjukkan sifat dan fungsi baru karena adanya interaksi yang kuat antara dua komponen yang memiliki fungsi tersendiri (Schad *et al.*, 2005 ; Choi *et al.*, 2006).

Nanopartikel perak (Ag) memiliki sifat fisikokimia yang sempurna. Dasar-dasar ilmiah mengenai peran Ag tentang penyembuhan lingkungan yang lembab diawali oleh penelitian

G.D. Winter pada tahun 1962 dan merupakan awal mula yang mendasari penelitian tentang konsep pembalutan luka aktif, yang dapat menciptakan dan mempertahankan kondisi antibakterial optimal yang diperlukan untuk regenerasi dari jaringan yang rusak akibat infeksi. Anti bakteri dapat ditemukan dalam bentuk gel, hydrogel, dan aerosol. Untuk mempercepat penyembuhan harus diatur tingkat kelembaban yang tepat, suhu konstan dari penutup luka, mempercepat penyembuhan, dan mengaktifkan autolitik luka, meringankan rasa sakit, dan yang terutama adalah melindungi luka dari bakteri (Maneerung et al., 2008).

Nanopartikel ZnO dapat menghambat baik gram positif maupun bakteri patogen negatif. Energi ionisasi pada ZnO dikurangi oleh ion Ag^+ yang membuat adanya peningkatan emisi. Jadi, ion Ag^+ memperkuat aktivitas antimikroba ZnO. Selain itu, komposit ini memiliki kelebihan dari fitur partikel anorganik seperti stabilitas termal, fungsionalitas yang besar, dan sifatnya yang nanofibers sehingga bersifat fleksibel dan ringan. (Dina et al., 2016)

Keuntungan ZnO dari bahan-bahan semikonduktor dengan pita lebar (wide band semikonduktor) yang populer sebelumnya (SiC dan GaN) adalah selain karena dia bisa dioperasikan dalam lingkungan yang keras dan bersuhu tinggi, dan kemungkinan peng-etsa-an dengan kimia basah (*wet chemical etching*). Kelebihan ZnO yang lain adalah lebih murah, tidak beracun, memiliki stabilitas yang tinggi dalam plasma hydrogen dan siklus panas serta tahan terhadap radiasi (Dilla dan Sutanto, 2013).

Pendopongan merupakan suatu cara untuk merubah sifat-sifat listrik maupun sifat optik semikonduktor. Ketika semikonduktor didoping dengan impuritas maka semikonduktor menjadi ekstrinsik. Salah satu tujuan dilakukan pendopongan adalah untuk meningkatkan konduksi elektron juga dapat memperbesar lebar celah pita energy semikonduktor (Dilla dan Sutanto, 2013).

Pendopongan juga dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik secara signifikan. Menurut Ren dalam jurnal Amorn pitoksuk, diantara unsur-unsur yang ada, Perak (Ag) merupakan unsur yang baik untuk dijadikan bahan dopan karena bisa bertindak sebagai penyerap untuk mengumpulkan fotoelektron yang dihasilkan dari pita konduksi ZnO. Hal ini dapat efektif untuk menghambat rekombinasi elektron-hole sehingga meningkatkan aktivitas fotokatalitik. Saravanan menyatakan dalam jurnalnya bahwa Ag memiliki potensi yang bagus sebagai fotokatalitik karena mampu meningkatkan proses degradasi fotokatalitik dan menunjukkan sifat sebagai antibakteri. Ag dapat menjebak fotogenerasi elektron dari semikonduktor dan memungkinkan *hole* untuk membentuk radikal hidroksil yang menghasilkan reaksi degradasi spesies organik (Dilla dan Sutanto, 2013).

Zinc Oxide (ZnO) merupakan bahan semikonduktor type-n dengan celah pita sebesar 3,37 eV dan energi ikat sebesar 60 MeV (Duan *et al.*,2006). Dalam beberapa tahun terakhir, ZnO adalah material yang banyak diaplikasikan untuk berbagai hal, diantaranya sel surya, laser diode, laser ultraviolet, thin film, transduser piezoelektrik, dan sensor gas (Tarwal *et al.*, 2011). ZnO adalah bahan oksidasi yang baik digunakan sebagai fotokatalis. ZnO telah banyak digunakan untuk menangani berbagai limbah seperti limbah farmasi, limbah percetakan, air limbah pembuatan kertas, dan sebagainya. Aktivitas katalitik dari ZnO jauh lebih baik dari pada bahan lain karena ZnO dapat menyerap cahaya dalam spektrum yang lebih luas dibanding bahan lain. Aktivitas katalitik sebagian besar dipengaruhi oleh dosis dari katalis, konsentrasi reaktan, waktu pencahayaan, intensitas pencahayaan, nilai pH dan keadaan atmosfer. Beberapa upaya untuk meningkatkan aktivitas fotokatalitik adalah melalui doping dengan logam atau non logam atau membentuk komposit seperti semikonduktor/semikonduktor, semikonduktor/polimer atau semikonduktor/metal. ZnO yang di doping dengan elemen tertentu akan mengoptimalkan sifat listrik maupun sifat optisnya. Banyak metode yang telah dilakukan untuk elektrodeposisi, seperti atom beam sputtering, combustion, spray pyrolysis, sol-gel, metal organic chemical vapor deposition, pulsed laser deposition dan lain-lain (Meng *et al.*, 2008).

Semikonduktor adalah sebuah bahan dengan konduktivitas yang berada diantara insulator dan konduktor. Pita konduksi dan pita valensi memegang peranan penting dalam material semikonduktor. Jarak antara pita konduksi dan pita valensi ini dinamakan celah pita (band gap). Pada umumnya ZnO membentuk struktur kristal heksagonal wurtzite. Struktur ini dapat digambarkan sebagai kombinasi bergantian subkisi hexagonal-close-packed (hcp), dimana tiap subkisi terdiri dari satu jenis atom (misal atom Zn) bergantian dengan atom jenis lain (atom O) sepanjang sumbu c. Tiap satu subkisi meliputi empat atom per unit sel, setiap atom Zn dikelilingi oleh empat atom O dan sebaliknya. Selain struktur kristal wurtzite, ZnO juga dilaporkan dapat memiliki struktur kristal kubik zincblende dan rocksalt (Dengyuan *et al.*, 2005). Struktur rock salt dari Seng oksida dapat terbentuk pada tekanan yang relatif tinggi (Ozgur *et al.*, 2005). Seng Oksida dapat membentuk struktur zinc blende ketika kristal tumbuh pada substrat kubik (Calisster *et al.*, 2007).

2.3 Nata de coco

Selulosa bakteri adalah selulosa yang diproduksi oleh bakteri asam asetat dan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan selulosa yang berasal dari tumbuhan. Keunggulan tersebut

di antaranya memiliki kemurnian yang tinggi, struktur jaringan yang sangat baik, kemampuan degradasi tinggi, dan kekuatan mekanik yang unik (Takayasu and Fumihiro, 1997). Gel selulosa bakteri memiliki jaringan tiga dimensi yang terbentuk melalui ikatan hidrogen interfibrilar, morfologi gel bagian atas, dalam, dan bawah berbeda dalam hal ukuran dan kerapatan dari mikrofibril. Lebar mikrofibril berkisar 20-500 nm dengan urutan bagian atas > bawah > dalam, sedangkan urutan kerapatan mikrofibril adalah bagian atas > dalam > bawah. Film selulosa bakteri yang sudah dikeringkan memiliki sifat mekanik cukup tinggi dengan nilai modulus Young 30 Gpa (Tutieki dan Eli, 2014). Selulosa bakteri dapat dipreparasi dari limbah buah-buahan berupa kulit nanas, tomat, dan pisang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa amonium hidrofosfat paling efektif jika dibandingkan dengan amonium sulfat dan urea untuk digunakan sebagai sumber senyawa nitrogen dalam pembuatan selulosa bakteri (Rosidi, dkk., 2000). Bakteri *Acetobacter xylinum* adalah bakteri yang dapat mensintesis selulosa dari fruktosa. Ciri-ciri *acetobacter xylinum* yaitu berbentuk batang, tidak bergerak, gram negatif, mampu membentuk asam dari glukosa etil, propil alkohol dan glikol, mampu melakukan reaksi katalisis, tidak mereduksi nitrat, dapat mengoksidasi asam asetat menjadi CO₂ dan air. *Acetobacter xylinum* dapat menghasilkan lapisan selulosa yang tebal pada permukaan cairan media. Pembuatan selulosa bakteri atau nata merupakan sintesis polisakarida oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dari gula sederhana baik dalam bentuk sukrosa, glukosa dan maltosa. Sintesis selulosa ini, pada dasarnya sama dengan sintesa pati dari glukosa. Jadi sukrosa yang ada air kelapa oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dikonversi ke dalam bentuk glukosa dan fruktosa dengan adanya enzim sukrase. Glukosa dan fruktosa merupakan senyawa yang mudah digunakan oleh mikroorganisme (bakteri) karena mempunyai bentuk lebih sederhana dibandingkan dengan sukrosa (Eli dkk, 2012).

Meskipun selulosa bakteri memiliki struktur kimia yang sama seperti selulosa yang berasal dari tumbuhan, namun selulosa bakteri tersusun oleh serat selulosa yang lebih baik. Setiap serat tunggal memiliki diameter 50 nm. Selulosa bakteri terdapat dalam bentuk kumpulan serat-serat tunggal dengan diameter sekitar 0,1 – 0,2 nm. Selulosa bakteri memiliki karakteristik mirip dengan kulit manusia, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti kulit untuk merawat luka bakar yang serius (Ciechanska, 2004).

Selulosa bakteri adalah hidrogel alami yang sifatnya lebih baik dari hasil hidrogel polimer sintesis; misalnya dalam hal kandungan air yang tinggi (98-99%), penyerapan cairan yang baik, kekuatan basah tinggi, dan kemurnian kimia tinggi dan bisa disterilkan dengan aman tanpa menimbulkan perubahan pada struktur dan propertinya (Klemm *et al.*, 2001).

Selulosa bakteri disintesis oleh bakteri asetat yaitu *Acetobacter xylinum*. Struktur fibrosa selulosa bakteri terdiri dari suatu jaringan mikrofibril tiga dimensi non-woven, mengandung struktur kimia yang sama seperti selulosa tanaman (Czaja, Romanovicz, & Malcolm Brown, 2004), terikat bersama dengan ikatan hidrogen antar dan intra fibrilar yang menghasilkan tidak pernah kering-negara atau hidrogel dan kekuatan bakteri tinggi. Selulosa bakteri adalah bahan yang menarik untuk digunakan sebagai Pembalut luka karena bisa mengendalikan eksudat luka dan dapat memberikan lingkungan yang lembab pada luka agar lebih baik penyembuhan luka. Namun, bakteri selulosa itu sendiri Tidak ada aktivitas antimikroba untuk mencegah infeksi luka.

2.4 Zat warna *Methylene Blue*

Zat pewarna tekstil dan batik digolongkan menjadi zat warna nitroso, nitro, azo, stilben, difenil metana, trifenil metana, akridin, kinolin, indigoida, aminokinon, anin dan indofenol. Akan tetapi secara umum, zat pewarna batik digolongkan menjadi zat pewarna alami dan zat pewarna sintetik. Zat pewarna alami dapat berupa klorofil, karotenoid, flovonoid dan kuinon. Zat warna buatan atau sintesis dibuat dengan reaksi kimia dengan bahan dasar tar, arang, batu bara atau minyak bumi yang merupakan hasil senyawa turunan hidrokarbon aromatik seperti benzena, naftalena dan antrasena (Dasgupta *et al.*, 2015)

Methylene Blue yang memiliki rumus kimia $C_{16}H_{18}N_3SCl$ adalah senyawa hidrokarbon aromatic yang beracun dan merupakan zat warna kationik dengan daya adsorpsi yang sangat kuat. Zat warna *methylene blue* digunakan secara luas pada industry tekstil dan menjadi perhatian besar dalam proses pengolahan limbah karena warnanya yang sulit diuapkan. Senyawa ini bersifat toksik, menyebabkan mutase genetic dan berpengaruh pada reproduksi. *Methylene blue* memiliki berat molekul 319,86 g/mol, dengan titik lebur di $105^{\circ}C$, berwarna biru, tidak berbau, dan stabil dalam udara serta mudah larut dalam air (larutannya berwarna biru tua), kloroform, alcohol, dan daya larut sebesar $4,36 \times 10^4$ (Hawley, 1981).

Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organic tidak jenuh dengan kromofor sebagai pembawa warna. Zat organic tidak jenuh yang dijumpai dalam pembentukan zat warna adalah senyawa aromatic antara lain senyawa hidrokarbon aromatic dan turunannya, fenol dan turunannya serta senyawa-senyawa hidrokarbon yang mengandung nitrogen (Manurung dkk., 2004)

Gugus kromofor adalah gugus yang menyebabkan molekul menjadi berwarna. Kromofor zat warna reaktif biasanya merupakan system azo dan antrakuinon dengan berat molekul relative kecil. Daya serap terhadap serat tidak besar. Sehingga zat warna yang tidak bereaksi dengan serta mudah dihilangkan. Gugus-gugus penghubung dapat mempengaruhi daya serap dan ketahanan zat warna terhadap asam atau basa. Gugus-gugus reaktif merupakan bagian-bagian dari zat warna yang mudah lepas. Dengan lepasnya gugus reaktif ini, zat warna menjadi mudah bereaksi dengan serat kain pada pakaian. Pada umumnya agar reaksi dapat berjalan dengan baik maka diperlukan penambahan alkali atau asam sehingga menjadi pH tertentu (Manurung dkk., 2004).

2.5 Metode Kopresipitasi

Metode kopresipitasi merupakan salah satu metode sintesis senyawa anorganik yang didasarkan pada pengendapan lebih dari satu substansi secara bersama-sama ketika melewati titik jenuhnya. Metode kopresipitasi dilakukan dengan cara zat aktif dilarutkan ke dalam pelarut, lalu ditambahkan larutan lain yang bukan pelarut (anti-solvent). Hal ini menyebabkan larutan menjadi jenuh dan terjadi nukleasi yang cepat sehingga membentuk nanopartikel (Ramahdita, 2011).

Kelebihan metode ini adalah prosesnya sederhana dan biaya rendah. Metode kopresipitasi dilakukan dengan mengendalikan kelarutan bahan di dalam larutan melalui perubahan pH, suhu, atau pelarut. Beberapa zat yang paling umum digunakan sebagai zat pengendap dalam kopresipitasi adalah hidroksida, karbonat, sulfat dan oksalat. Endapan yang dihasilkan dari kondisi sangat jenuh memiliki banyak partikel berukuran kecil. Kelebihan metode ini adalah dapat menghasilkan partikel lebih kecil dari 100 nm dan pemakaian energy sangat rendah. Bila suatu endapan memisah dari dalam suatu larutan, endapan itu tidak selalu murni hasilnya, kemungkinan mengandung berbagai jumlah zat pengotor, bergantung pada sifat endapan dan kondisi pengendapan. Kopresipitasi merupakan metode yang menjanjikan karena prosesnya menggunakan suhu rendah dan mudah untuk mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang dibutuhkan relative lebih singkat.

2.6 Fotokatalis

Fotokatalis merupakan suatu gabungan antara proses fotokimia dan katalis. Proses fotokimia merupakan suatu proses transformasi kimia dengan bantuan cahaya sebagai pemicunya. Sedangkan katalis merupakan suatu substansi yang dapat mempercepat laju reaksi.

Menurut Prambasto (2013), hal ini disebabkan katalis memiliki kemampuan untuk mengadakan interaksi dengan minimal satu molekul reaktan untuk menghasilkan senyawa antara yang lebih reaktif. Selama proses reaksi berlangsung katalis akan ikut bereaksi dan pada akhir reaksi katalis dihasilkan kembali. Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa material yang digunakan sebagai katalis dalam suatu reaksi kimia dengan kemampuannya dalam menyerap foton sebagai pemicu aktivitas disebut dengan material fotokatalis. Sedangkan proses reaksi yang melibatkan material fotokatalis disebut dengan reaksi fotokatalisis. Reaksi fotokatalisis terjadi pada permukaan partikel sehingga efektivitas reaksi fotokatalis dapat dipengaruhi oleh berbagai hal, beberapa diantaranya adalah ukuran dan bentuk partikel yang digunakan. Reaksi fotokatalisis akan efektif apabila ukuran partikel berada pada ukuran nano yaitu 1-100 nm (Naimah, dkk., 2011).

Semakin kecil ukuran partikel maka akan memperlebar luas permukaan partikel, sehingga interaksi antara reaktan pada permukaan partikel akan semakin besar. Semikonduktor adalah sebuah bahan dengan konduktivitas yang berada diantara isolator dan konduktor (Sistesya, 2013). Semikonduktor merupakan material yang memiliki pita bonding dan pita antibonding terluar, kedua pita tersebut dipisahkan oleh energi ambang atau energi celah pita (gap energy atau band gap) (Effendy, 2010). Pada semikonduktor, pita valensi adalah pita yang berkarakter ikatan (pita bonding) dan terisi elektron. Pita konduksi adalah pita yang berkarakter antiikatan (pita antibonding) dan tidak terisi elektron (kosong). Berdasarkan keterangan tersebut Apri (2006), menegaskan bahwasanya pada tingkatan pita valensi, elektron terikat sangat erat sedangkan pada pita konduksi mempunyai tingkat kebebasan yang tinggi. Berdasarkan jumlah mayoritas partikel pembawa muatan, Effendy (2010) menegaskan bahwa semikonduktor dibedakan dalam dua jenis, yaitu semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor tipe-p merupakan semikonduktor yang mengalami kekurangan elektron sehingga semikonduktor ini bermuatan positif dengan lubang sebagai pembawa muatan mayoritas. Sedangkan semikonduktor tipe-n mengalami kelebihan elektron, yang menyebabkan semikonduktor ini bermuatan negatif dengan elektron sebagai pembawa muatan mayoritas. Terdapat beberapa jenis semikonduktor yang dapat dipakai untuk proses fotokatalisis yaitu dari kelompok oksida logam dan sulfida logam. Beberapa kelompok oksida

logam yang dapat digunakan sebagai fotokatalis misalnya: TiO_2 , Fe_2O_3 , ZnO , WO_3 , atau SnO_2 , sedangkan dari kelompok sulfida misalnya: CdS , ZnS , CuS , FeS (Slamet, dkk., 2003).

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui proses sintesis nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag
2. Mengetahui ukuran nanopartikel ZnO dan Ag hasil sintesis
3. Mengetahui aktivitas fotokatalitik pada fotodegradasi zat warna *methylene blue* dan uji anti bakteri dari nanopartikel ZnO dan Ag

3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan informasi ilmiah mengenai peranan *nata de coco* sebagai nanoreaktor yang dapat mendeposisikan dua nanopartikel logam yang dapat berfungsi sebagai fotokatalitik dan anti bakteri. Disamping itu, penelitian ini memberikan sumbangan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta dapat meningkatkan budaya meneliti di lingkungan perguruan tinggi (IPTEKS-SOSBUD). Keluaran riset ini akan disampaikan pada seminar internasional dan akan dipublikasi ke dalam jurnal internasional.

BAB 4. METODE PENELITIAN

4.1. Prosedur Penelitian

4.1.1. Pembuatan *nata-de-coco*

Media pertumbuhan *nata-de-coco* dibuat dari 5 L air kelapa yang dimasak hingga mendidih. Selanjutnya ditambahkan 500 gram gula putih, 25 gram ammonium sulfat dan 30 mL asam asetat glasial sambil diaduk. Sebanyak 300 mL larutan ini dituangkan ke dalam bak plastik, ditutup dan dibiarkan hingga dingin. Setelah dingin, *Acetobacter xylinum* ditambahkan sebanyak 10% volum media, yakni sekitar 30 mL bakteri untuk 300 mL larutan media dan didiamkan selama beberapa hari (variabel waktu fermentasi). Untuk membuat bibit bakteri *Acetobacter xylinum*, media diletakkan di dalam botol kemudian ditambahkan bakteri sebanyak 10% volum media, yakni 50 mL starter bakteri untuk 500 mL larutan media. Gel *nata-de-coco* yang dihasilkan kemudian dicuci dengan air panas selama 15 menit, direndam dalam larutan 10 g natrium hidroksida dalam 1 L larutan (1% (b/v)) selama 24 jam. Kemudian *nata-de-coco* ini direndam lagi dengan larutan 10 mL asam asetat glasial dalam 1 L larutan (1% (v/v)) selama 24 jam dan dicuci dengan aquades hingga pH netral. Selanjutnya *nata-de-coco* disimpan dalam larutan 200 mL etanol dalam 1 L larutan (20% (v/v)) di dalam lemari es. Untuk menghasilkan membran *nata-de-coco*, pertama *nata-de-coco* dipotong dengan ukuran 4 x 4 cm kemudian dilakukan tekan panas untuk mengeluarkan air dan akhirnya membran dikering-angin di tempat terbuka pada suhu kamar selama 6 hari.

4.1.2 Sintesis nanokomposit *nata de coco/ZnO/Ag*

Sintesis nanokomposit *nata de coco/ZnO/Ag* menggunakan metode Thaweasang *et al.* (2013), yang dimodifikasi. Nanopartikel ZnO dan ZnO/Ag disintesis dengan metode ko-presipitasi menggunakan prekursor seng nitrat tetrahidrat ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan perak nitrat (AgNO_3), masing-masing sebagai sumber nanopartikel Zn dan Ag. Mula-mula, sebanyak 5 gram 0,2 M $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ dan AgNO_3 (1, 3, 5, 7 dan 9% dari berat seng nitrat tetrahidrat yang masing-masing masa Ag yang dibuthkan adalah 0,05 gram, 0,15 gram, 0,25 gram, 0,35 gram, 0,45 gram) dilarutkan dalam 100 mL aquades. Kemudian, *nata de coco* dimasukkan ke dalam larutan tersebut (dilakukan juga pembuatan hanya untuk sintesis *nata de coco/ZnO* dan *nata de coco/Ag*). Dalam kondisi pengadukan dengan cara disonikasi, larutan tersebut ditetesi dengan 1 M NaOH sampai pH larutan mencapai 13 dan terbentuk endapan. Selanjutnya, *nata*

de coco yang telah mengandung nano ZnO/Ag (*nata de coco*/ZnO/Ag) diangkat keluar dan dicuci beberapa kali dengan aquades sampai pH menjadi 7. Kemudian, komposit dihimpitkan diantara 2 buah batu timbangan selama 15 menit untuk selanjutnya dikeringanginkan selama 6 hari. Komposit yang telah kering dikarakterisasi dengan SEM-EDS, X-RD, TEM, dan dianalisis sifat antibakterinya serta fotokatalisis. Untuk melihat perbandingan pengaruh penggunaan *nata de coco* maka komposit ini dikalsinasi pada 400°C untuk mendapatkan nanopartikel ZnO dan Ag, kemudian dikarakterisasi pada Spektrofotometer UV-Vis, X-RD, TEM, dan dianalisis sifat antibakterinya serta fotokatalisis.

4.2 Karakterisasi nanokomposit hasil sintesis

4.2.1 Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM digunakan untuk mengamati membran *nata de coco* dan pelekatan nanopartikel ZnO/Ag pada membran *nata de coco*/ZnO/Ag. Membran *nata de coco* sebelum dipindai, dilapisi dengan lapisan tipis emas yang telah terevaporasi, sedangkan membran *nata de coco*/ZnO/Ag dipindai langsung tanpa proses pelapisan. Untuk analisis morfologi dan garis melintang, membrane *nata de coco*/ZnO/Ag dipotong menggunakan nitrogen cair. Gambar diambil menggunakan JEOL, JSM-6510 LA pemindaian elektron mikroskop (Jepang) dengan tegangan akselerasi 15 kV.

4.2.2 X-Ray Detector (X-RD)

Metode karakterisasi X-RD mengikuti metode Aritonang *et al* (2014) dengan modifikasi. Pola X-RD dicatat pada difraktometer sinar-X (PW1710, Philips), menggunakan Radiasi Cu K α ($\lambda = 0.154\ 056\ \text{nm}$) pada 40kV dan 30mA. Sudut difraksi berkisar antara 25° sampai 80°. Ukuran Kristalit nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag dihitung berdasarkan pengukuran difraksi sinar-X. Ukuran kristal dihitung dari FWHM puncaknya dengan menggunakan rumus Scherrer (Monshi *et al.*, 2012)

$$L = \frac{k \lambda}{\beta \cos \theta}, \dots \dots \dots (1)$$

dimana L adalah ukuran kristal rata-rata partikel ZnO/Ag, K adalah konstanta yang bernilai 0,9, λ adalah panjang gelombang sinar-X, β adalah (FWHM) dalam radian, dan θ adalah sudut difraksi.

4.2.3 Karakterisasi dengan Metode TEM (*Transmission Electron Microscopy*) (Yang *et al.*, 2012;Aritonang *et al.*, 2014)

Analisis distribusi ukuran partikel nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag dikarakterisasi dengan metode TEM (JEOL HT-7700) yang dioperasikan pada akselerasi tegangan sebesar 120 kV. Nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag yang diperoleh didispersikan dalam etanol dengan bantuan alat sonikasi selama 2 menit. Setetes suspensi ini diletakkan pada *grid* tembaga dan dibiarkan mengering pada temperature kamar dan dicitrakan. Ukuran partikel nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag dianalisis dengan menggunakan program *ImageJ software* dan sebanyak 200 partikel nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag dianalisis dari tiap sampel dari citra TEM yang berbeda. Histogram dari distribusi ukuran partikel nanokomposit diolah dengan menggunakan table distribusi frekuensi.

4.3 Aktivitas Fotokatalis

3.3.1 Pembuatan kurva standar

Dibuat larutan stock dengan konsentrasi 1000 ppm dengan cara melarutkan 1 gram *methylene blue* ke dalam labu ukur 1000 mL. Kemudian diencerkan menjadi 1 ppm, 2 ppm, 3ppm, 4 ppm, 5 ppm, 6 ppm. Setelah itu dibaca absorbansi dan panjang gelombang maksimum pada Spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 200 nm – 800 nm.

4.3.2 Pengujian aktivitas fotokatalis

Aktivitas fotokatalis yang digunakan dalam penelitian ini mengikuti prosedur Labhane *et al.* (2015) dengan modifikasi. Disiapkan larutan *methylene blue* 5 ppm dan dimasukkan ke dalam delapan tabung kaca masing-masing sebanyak 15 mL, kemudian sampel nanokomposit dipotong dengan ukuran 1 x 1 cm dan ditambahkan ke dalam tujuh tabung kaca dan disonikasi selama 16 menit, sedangkan tabung kedelapan tidak ditambahkan fotokatalis. Delapan tabung kaca tersebut selanjutnya diletakkan dalam reaktor dan disinari dengan lampu UV selama selang waktu 60, 120, 180 menit. Konsentrasi zat warna yang tersisa dianalisis dengan

spktrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang maksimum *methylene blue* 664,50 nm.

Persen degradasi *methylene blue* dapat dihitung melalui persamaan (2) sebagai berikut :

$$\% \text{ Degradasi} = \left(\frac{C_0 - C_t}{C_0} \right) \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana C_0 adalah konsentrasi awal dan C_t adalah konsentrasi setelah penyinaran.

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Pembuatan *Nata-de-coco*

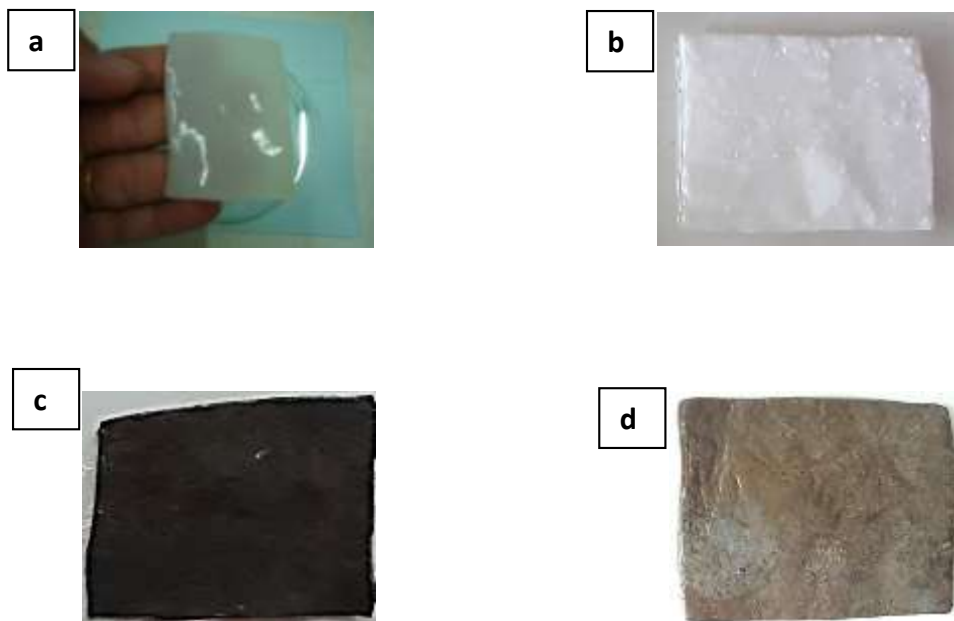
Sintesis nanokomposit terlebih dahulu dilakukan dengan pembuatan *nata de coco* (selulosa bakteri) sebagai *capping agent* atau agen penstabil yang berperan dalam pembentukan partikel menjadi berukuran nano. *Nata de coco* disintesis oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dengan air kelapa sebagai media tumbuh. Penambahan glukosa dan urea pada proses pembuatan *nata de coco* berfungsi sebagai sumber karbohidrat dan nitrogen untuk proses metabolisme bakteri. Asam asetat glasial berfungsi untuk menciptakan suasana asam di mana bakteri dapat bertumbuh dengan baik. Proses ini dilakukan dengan steril untuk mencegah adanya kontaminasi dan terbentuknya bakteri lain.

Acetobacter xylinum (*A. xylinum*) dapat menghasilkan lapisan selulosa yang tebal pada permukaan cairan media. Pembuatan selulosa bakteri atau *nata* merupakan sintesis polisakarida oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dari gula sederhana baik dalam bentuk sukrosa, glukosa dan maltosa. Sintesis selulosa ini, pada dasarnya sama dengan sintesa pati dari glukosa. Jadi sukrosa yang ada air kelapa oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dikonversi ke dalam bentuk glukosa dan fruktosa dengan adanya enzim sukrase.

Dalam proses sintesis nanokomposit, gel *nata de coco* yang dihasilkan dicuci dengan air panas yang bertujuan untuk menghilangkan bakteri yang masih ada pada lapisan gel *nata de coco*. Kemudian perendaman dengan larutan NaOH selama 24 jam bertujuan untuk menciptakan suasana basa dan menaikkan pH sehingga bakteri *A. xylinum* benar-benar dihilangkan. Selanjutnya perendaman dalam larutan asam asetat glasial selama 24 jam berfungsi untuk menurunkan pH, kemudian pencucian dengan aquadest bertujuan untuk menetralkan pH *nata de coco*. Untuk mengurangi kadar air, *nata de coco* dipotong dengan ukuran 4 cm x 4 cm dan dihipitkan diantara 2 buah batu timbangan selama 15 menit. Hal ini bertujuan agar air yang masih terdapat dalam rongga *nata de coco* dapat dikurangi, dan pada saat sintesis nanokomposit rongga *nata de coco* dapat berperan lebih optimal dalam menjerap nanopartikel ZnO, Ag, dan ZnO/Ag.

5.2 Sintesis Nanokomposit *nata de coco*/ ZnO/Ag

Pembuatan membrane nanokomposit *nata de coco* ZnO/Ag dilakukan dengan cara merendam *nata de coco* ke dalam larutan Seng tetrahidrat ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan Perak nitrat (AgNO_3). Ini bertujuan agar proses deposisi nanopartikel ZnO dan Ag berlangsung secara *insitu*. Proses deposisi tersebut dilakukan dengan cara sonikasi agar nanopartikel yang terbentuk terdistribusi dengan baik ke dalam serat *nata de coco*. Terdeposisinya nanopartikel ZnO dan Ag dapat diketahui dari perubahan warna membran *nata de coco*, sebelum dan setelah deposisi. Untuk melihat perbedaan morfologi dari membran nanokomposit tersebut, maka sintesis nanokomposit dari masing-masing nanopartikel ZnO dan Ag juga dilakukan. Adapun perbedaan visual nanokomposit tersebut disajikan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Perbedaan morfologi membrane *nata de coco* sebelum dan setelah deposisi, (a) *nata de coco* ; membran nanokomposit (b) *nata de coco*/ZnO, (c) *nata de coco*/Ag, (d) *nata de coco*/ZnO/Ag

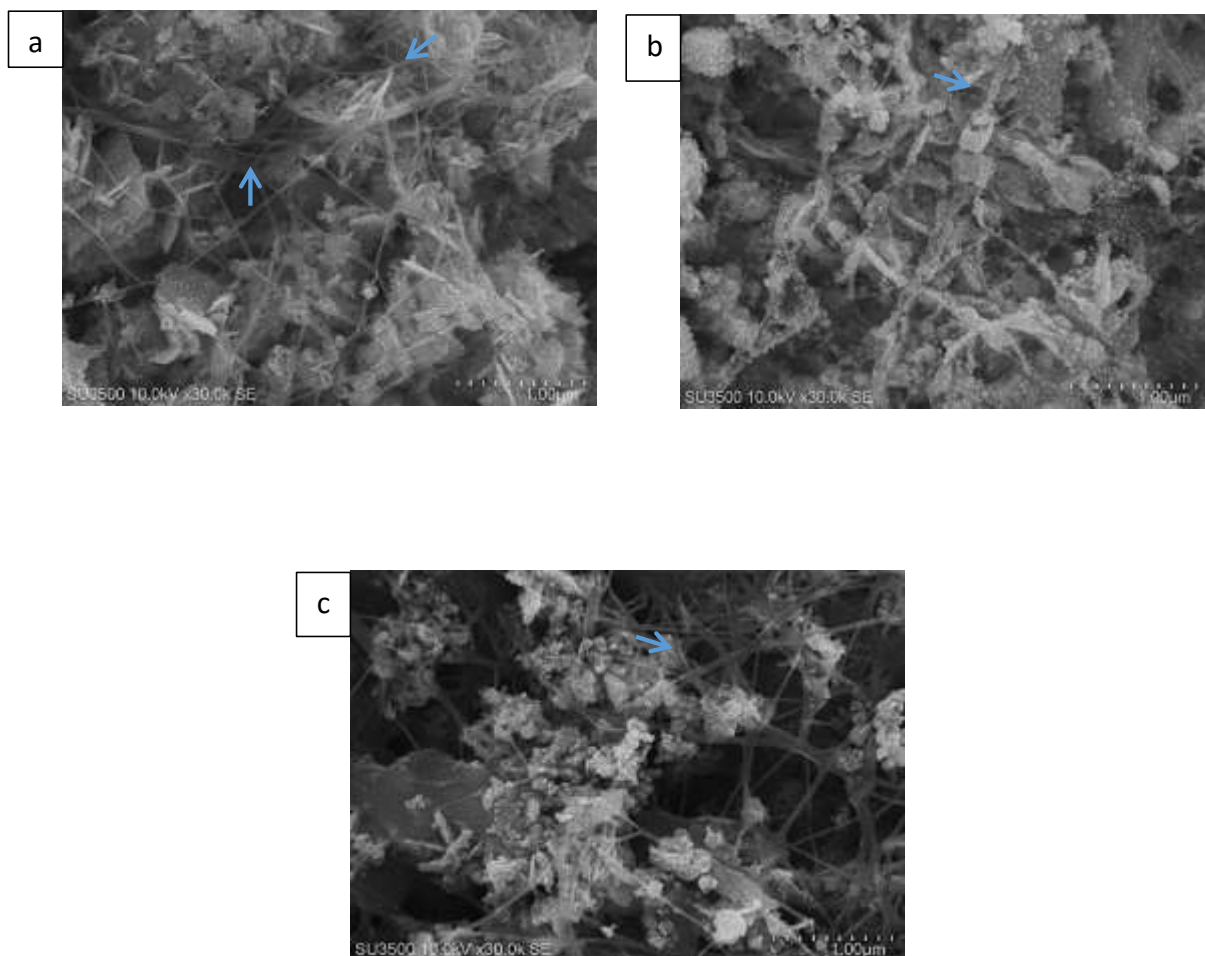
Dari gambar di atas tampak bahwa, setiap membrane nanokomposit menunjukkan warna yang berbeda. Pada Gambar 1b tampak bahwa membran nanokomposit berwarna putih. Ini menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO telah terbentuk dan terdistribusi merata. Informasi warna putih nanopartikel ZnO juga telah dilaporkan oleh (). Selanjutnya, pada Gambar 1(c), membran nanokomposit berwarna hitam dan tersebar merata. Terbentuknya warna hitam menandakan bahwa prekursor Ag telah tereduksi dan partikel-partikel Ag telah terbentuk ().

Sementara itu, tampak bahwa warna dari membran nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag adalah cokelat. Ini menunjukkan bahwa telah terjadi perpaduan antara ZnO (putih) dan Ag (hitam), sehingga intensitas warna hitam telah berkurang. Untuk mengetahui morfologi nanopartikel ZnO dan Ag pada permukaan membran *nata de coco*, dapat diketahui melalui analisis dengan SEM.

5.3 Karakterisasi

5.3.1 Karakterisasi dengan Metode SEM

Pengamatan morfologi partikel-partikel ZnO dan Ag yang terdapat pada permukaan membrane *nata de coco*, dilakukan menggunakan SEM dengan perbesaran 30.000 kali. Hasil karakterisasinya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.

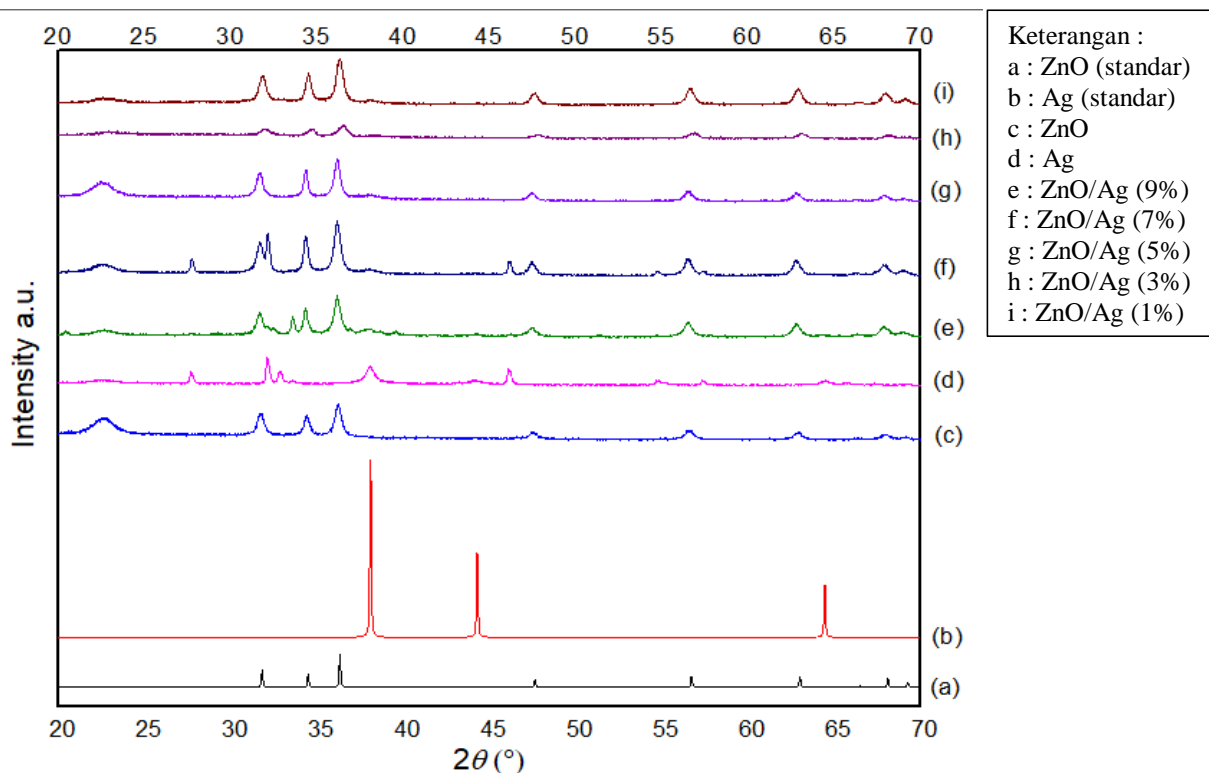


Gambar 2. Citra SEM dari membrane nanokomposit (a) *nata de coco*/ZnO; (b) *nata de coco*/Ag; dan (c) *nata de coco*/ ZnO/Ag (Ag 5%)

Gambar di atas menunjukkan bahwa partikel-partikel ZnO berbentuk jarum dan berwarna putih yang terdapat pada membran nanokomposit *nata de coco*/ZnO. Sementara itu, pada membrane nanokomposit *nata de coco*/Ag, tampak bahwa permukaan *nata de coco* ditutupi oleh butiran-butiran bulat dari nanopartikel Ag. Butiran-butiran Ag ini menempel pada permukaan serat-serat *nata de coco* di sepanjang serat-serat *nata de coco* tersebut. Pada membrane *nata de coco*/ZnO/Ag, karena terdapat dua partikel dua partikel ZnO dan Ag sehingga kedua partikel tersebut saling bergabung dan membentuk aglomerasi. Akibat paduan kedua partikel tersebut, sehingga masing-masing bentuk partikel tidak terlihat jelas lagi.

5.3.2 Karakterisasi dengan Metode XRD

Untuk mengetahui telah terbentuknya partikel-partikel ZnO dan Ag dari sumber prekursoranya di dalam membrane *nata de coco*, maka dianalisis dengan XRD. Pada difraktogramnya akan muncul pola difraksi dengan adanya puncak-puncak pada daerah 2θ yang karakteristik dengan partikel tersebut, seperti yang tersaji pada Gambar 3 berikut.

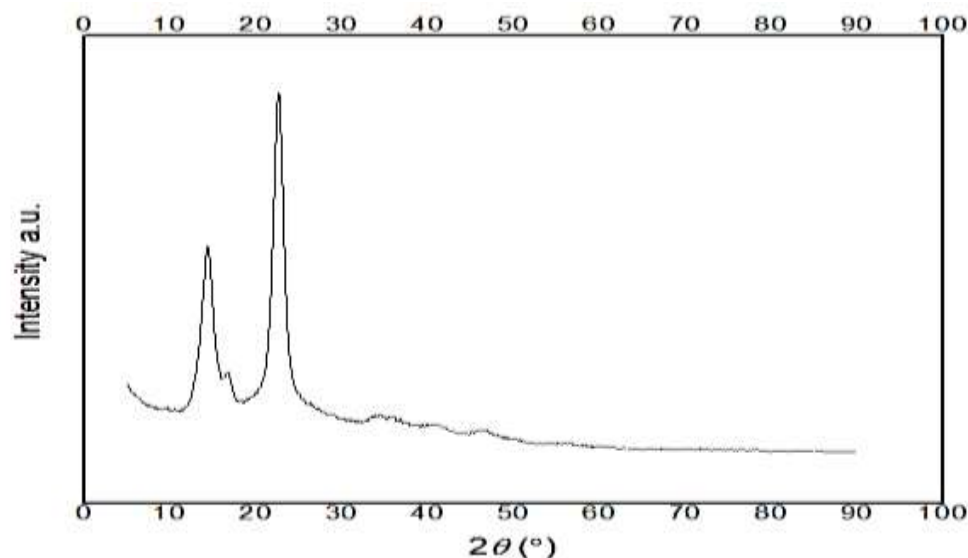


Gambar 3. Difraktogram nanokomposit ZnO, Ag, ZnO/Ag serta standar

Pola difraksi sampel membrane nanokomposit telah dibandingkan dengan pola difraksi standar untuk partikel-partikel ZnO dan Ag. Dalam penelitian ini, sebagai pembanding menggunakan standar dari *Inorganic Crystal Structure Database* (ICSD). Berdasarkan data dari ICSD tersebut, puncak-puncak karakteristik dari ZnO berada pada daerah 2θ sebesar $31,75^\circ$; $34,73^\circ$; $36,33^\circ$; $47,68^\circ$; $56,63^\circ$; $63,00^\circ$; $68,00^\circ$; $69,39^\circ$. Sementara itu, Ag berada pada daerah 2θ sebesar $38,30^\circ$; $44,28^\circ$; $64,40^\circ$; $77,36^\circ$; $81,54^\circ$.

Tampak bahwa pola difraksi dari semua membran nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag pada konsentrasi Ag yang berbeda, memiliki puncak-puncak yang mirip dengan standar. Ini menunjukkan bahwa nanopartikel ZnO dan Ag telah berhasil disintesis dan terdeposisi di dalam serat-serat *nata de coco*. Namun demikian, puncak partikel Ag yang terdapat pada membran nanokomposit tidak terlihat semua. Hanya puncak pada daerah $2\theta = 38,30^\circ$ yang muncul dengan intensitas yang rendah. Rendahnya intensitas tersebut (dan tidak munculnya puncak-puncak yang lain) disebabkan karena rendahnya konsentrasi Ag dibandingkan dengan ZnO (Sub Bab 3.4.2 Prosedur Penelitian) sehingga nanopartikel Ag yang masuk ke dalam membrane *nata de coco* juga relatif sedikit.

Selain puncak-puncak nanopartikel ZnO dan Ag, pada difraktogram nanokomposit juga muncul puncak *nata de coco*. Menurut Aritonang *et al* (2017), puncak *nata de coco* berada pada daerah $2\theta = 14^\circ$, 17° , dan 22° , seperti yang tampak pada Gambar 4.

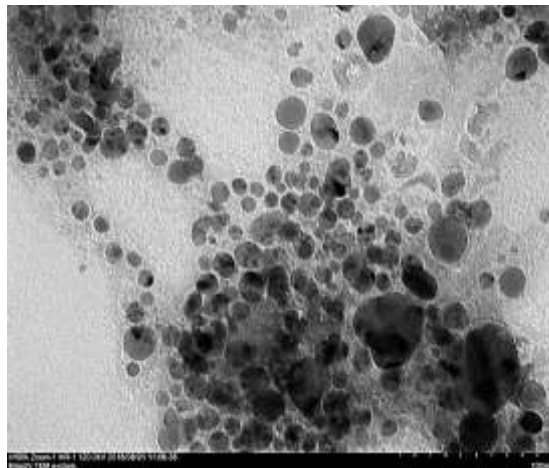


Gambar 4. Difraktogram *nata de coco* (Aritonang *et al*, 2017)

Namun demikian, puncak-puncak *nata de coco* pada membrane nanokomposit tidak jelas terlihat. Hanya puncak pada daerah $2\theta = 22^\circ$ yang dominan muncul untuk semua membrane nanokomposit. Ini disebabkan karena permukaan *nata de coco* telah ditutupi oleh nanopartikel ZnO dan Ag, seperti yang tampak pada Gambar 1.

5.3.3 Karakterisasi dengan Metode TEM (*Transmission Electron Microscopy*)

Untuk mengetahui bahwa partikel-partikel ZnO dan Ag telah berhasil disintesis menghasilkan partikel-partikel berukuran nano, maka analisis TEM telah dilakukan. Oleh karena nanopartikel ZnO dan Ag dimasukkan bersama-sama ke dalam membran *nata de coco*, sehingga ketika di karakterisasi dengan TEM maka yang tampak pada citra TEM adalah paduan kedua partikel tersebut. Citra TEM nanopartikel paduan ZnO dan Ag yang bersumber dari nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag, tersaji pada Gambar 5.



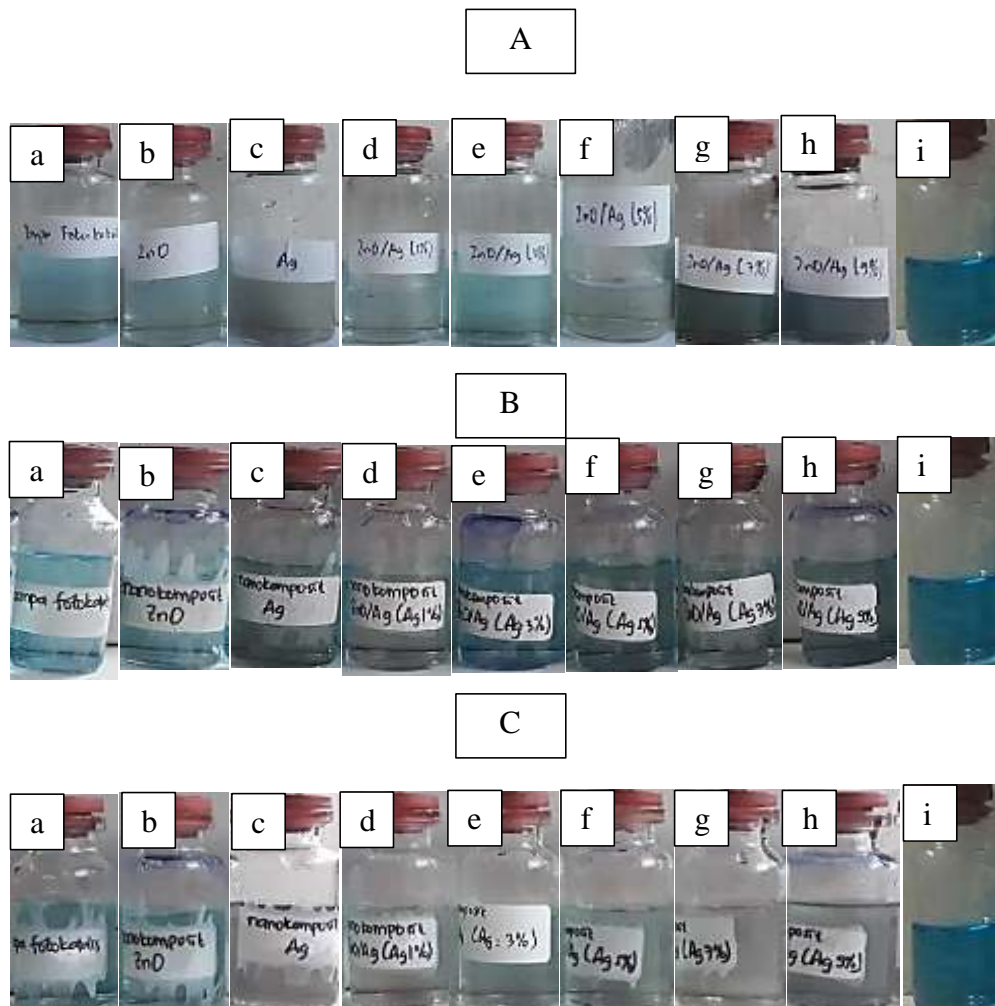
Gambar 5. Citra TEM dan Histogram distribusi ukuran nanopartikel dari paduan ZnO dan Ag yang bersumber dari membran nanokomposit *nata*/ZnO/Ag (Ag : 5%)

5.4 Uji Aktivitas Fotodegradasi *Methylene Blue* oleh Nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag dengan Variasi Waktu Penyinaran

Aktivitas fotodegradasi dilakukan dalam suatu reaktor yang disinari oleh lampu UV, dengan variasi waktu penyinaran 60 menit, 120 menit, dan 180 menit. Ini dilakukan untuk menggambarkan lamanya interaksi (kontak) antara fotokatalis dengan sinar ($h\nu$) dalam menghasilkan radikal OH dan kontak radikal OH dengan zat warna *methylene blue* dalam proses degradasi.

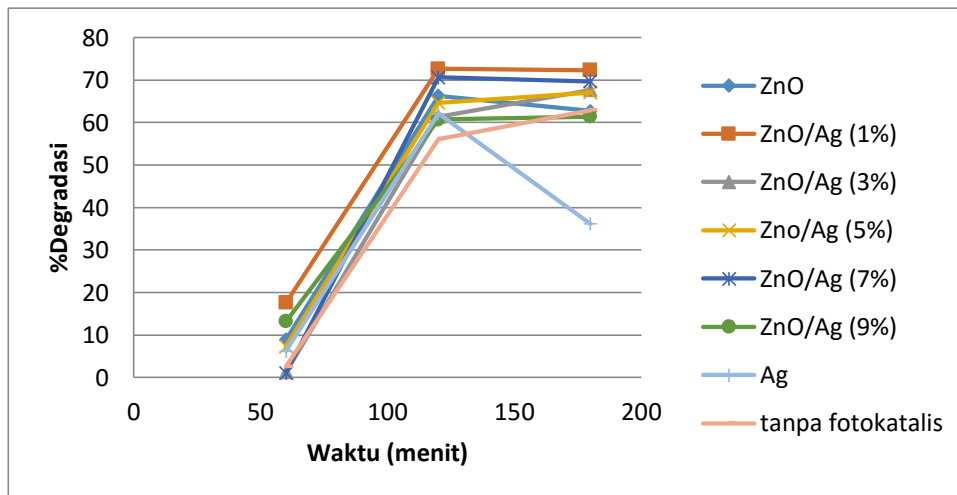
Dalam penelitian ini, konsentrasi zat warna *methylene blue* yang digunakan adalah sebesar 5 ppm. Sebelum diuji aktivitas fotodegradasinya, membran nanokomposit terlebih dahulu disonikasi yang bertujuan agar nanopartikel yang terdeposisi dalam *nata* dapat keluar dari serat selulosa, sehingga dapat berfungsi se bagai fotokatalis untuk mendegradasi zat warna *methylene blue*. Ini dilakukan karena pada awalnya kami telah mencoba membran nanokomposit tanpa disonikasi. Hasil yang didapat adalah tidak terjadi perubahan warna *methylene blue*, selama waktu kontak bahkan hingga 3 jam. Ini diduga nanopartikel ZnO/Ag lebih banyak terperangkap dalam membran *nata de coco*. Informasi ini mirip dengan yang telah dilaporkan oleh (Maneerung *et al.*, 2007).

Adapun proses perubahan *methylene blue* dengan adanya fotokatalis dan dibandingkan dengan tanpa fotokatalis dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perubahan warna *methylene blue* dengan dan tanpa fotokatalis untuk waktu kontak (A) 60 menit, (B) 120 menit, (C) 180 menit : (a) tanpa fotokatalis, (b) ZnO, (c) Ag, (d) ZnO/Ag (1%), (e) ZnO/Ag (3%), (f) ZnO/Ag (5%), (g) ZnO/Ag (7%), (h) ZnO/Ag (9%). (i) *methylene blue* sebelum didegradasi

Perubahan warna *methylene blue* tersebut, selanjutnya dianalisis dengan Spektrofotometri UV-Vis untuk memperoleh data absorbansinya. Kemudian, data tersebut digunakan untuk menghitung persen degradasi. Adapun profil waktu kontak antara nanokomposit dengan *methylene blue* terhadap persen degradasi dapat dilihat pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Waktu kontak antara nanokomposit dengan *methylene blue* terhadap persen degradasinya

Dari gambar di atas tampak bahwa zat warna *methylene blue* terdegradasi dengan cepat. Pada saat waktu kontak dari 60 menit ke 120 menit. Ini dapat dilihat naiknya grafik dengan tajam. Persen degradasi yang terbaik yaitu dengan menggunakan nanokomposit ZnO/Ag (Ag : 1%).

Ketika waktu kontak naik hingga 180 menit terjadi perbedaan pola grafik untuk tiap nanokomposit. Untuk masing-masing nanopartikel ZnO dan Ag terjadi penurunan. Penurunan persen degradasi dengan menggunakan nano Ag jauh lebih besar dibandingkan dengan nanopartikel ZnO. Besarnya penurunan persen degradasi terhadap Ag karena fotoreduksi terhadap ion Ag yaitu reaksi reduksi yang terjadi melalui pengikatan elektron yang berasal dari fotolisis air hasil penyinaran dengan sinar UV. Fotoreduksi ini mengakibatkan warna *methylene blue* menjadi berwarna hitam yang menandakan bahwa masih banyak ion-ion Ag yang belum tereduksi (Shreve, 1967).

Selanjutnya, untuk waktu kontak yang sama yaitu dari 120 menit ke 180 menit ketika menggunakan nanokomposit ZnO/Ag (3%), ZnO/Ag (5%), ZnO/Ag (9%) terjadi kenaikan

persen degradasi. Namun kenaikan ini tidak setajam waktu kontak dari 60 menit ke 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persen degradasi yang terbaik untuk waktu kontak tersebut adalah menggunakan nanokomposit ZnO/Ag (Ag : 1%). Lain halnya dengan nanokomposit ZnO/Ag (1%) dan ZnO/Ag (9%) yang relative tidak mengalami perubahan persen degradasi.

BAB 6. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Pada dasarnya, penelitian ini telah selesai dikerjakan untuk tahun pertama (2018) sesuai dengan proposal penelitian yang diajukan. Namun demikian, bila melihat judul penelitian ini, tentunya penelitian ini belumlah selesai. Oleh karena itu, diharapkan pada tahun depan yaitu 2019, penelitian ini dapat dilanjutkan kembali dan rencana tahapan berikut yang akan dikerjakan adalah uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri gram positif dan negatif dengan menggunakan membran nanokomposit *nata de coco/ZnO/Ag*.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan peneliiian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa proses sintesis nanokomposit *nata de coco*ZnO/Ag dilakukan dengan cara insitu melalui proses sonikasi. Nanokomposit yang memiliki ukuran yang paling kecil adalah nanokomposit ZnO/Ag (Ag : 5%) yaitu memiliki rata-rata diameter adalah sebesar 0.84 nm. Hal ini menunjukkan bahwa *nata de coco* berperan sangat baik dalam menstabilkan ukuran partikel.

Nanokomposit yang memiliki aktivitas fotodegradasi yang paling baik adalah nanokomposit *nata de coco* ZnO/Ag 1%.

6.2 Saran

Penelitian mengenai sintesis nanokomposit *nata de coco*/ZnO/Ag sebaiknya dilakukan lagi untuk aplikasi anti bakteri. Hal ini karena mengingat nanopartikel ZnO dan Ag memiliki sifat antibakteri. Disamping itu, nanopartikel yang terjerap di dalam serat-serat *nata de coco* ini tersebar merata di dalam matriks *nata de coco* sehingga fungsinya lebih efektif, baik sebagai fotokatalis maupun sebagai antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M dan Khairurrijal. 2008. Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanoscience dan Teknologi*. **2**. 1-6.
- Ahmad, N., Sharma, S., Singh, V.N., Shamsi, S.F., Fatma, A., and Mehta, B. R. 2011. Biosynthesis of Silver Nanoparticles from *Desmodium triflorum*. *Journal of Biotechnology Research*. **45**. 1-8.
- Alla, F., Adham, Z., Ahmed, M. S., Ahmed, Z., Sayed, M., dan Hassan, A. 2016. One-step synthesis of silver nanoparticles embedded with polyethylene glycol as thin films. *Journal of Adhesion Science and Technology*/ **16**. 1-19.
- Aritonang, H.F., Onggo, D., Ciptati, C., and Radiman, C. L. 2014. Synthesis of Platinum Nanoparticles from K_2PtCl_4 Solution using Bacterial Cellulose Matrix. *Journal of Nanoparticles*. **20**. 1-6.
- Armendariz, V., Gardea, J.L., Jose, Y. M., Gonzalez, J., Herrera, I., and Parsons, J.G. 2002. Proceedings of Conference on Application of Waste Remediation Technologies to Agricultural Contamination of Water Resources.
- Bonang, G. 1992. *Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan Edisi 16*. Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Brooks, G. F., Butel, J. S., Carroll, K. C., Morse, S. A., Jawetz, M., and Adelberg. 2007. *Medical Microbiology*. 24th. Mc Graw Hill, USA.
- Callister, W. D. 2003. *Material Science and Engineering*. University of Utah, Utah.
- Choi, J. S., Jun, Y. W., Yeon, S. I., Kim, H. C., Shin, J. S., and Cheon J. 2006. Optoelectronic Properties of Self-Assembled Nanostructures of Polymer Functionalized Polythiophene and Graphene. *Journal of American Chemistry*. **12**. 15-22.
- Dengyuan, H., Xiaoping, Z. 2005. Effect of Pressure on Properties of ZnO:Al Films Prepared by RF Magnetron Sputtering.
- Dilla, S., dan Sutanto, H. 2013. Sifat Optis Lapisan ZnO:Ag yang Dideposisi di atas Substrat Kaca menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CsD) dan Aplikasinya pada Degradasi Zat Warna Methylene Blue. *Youngster Physics Journal*. **1**. 71-80.
- Dubchak, S., Ogar, A., Mietelski, J.W., and Turnau, K. 2010. Influence of Silver and Titanium Nanoparticles on Arbuscular Mycorrhiza Colonization and Accumulation of Radiocaesium in *Helianthus annuus*. *Spanyol Journal of Agricultural Research*. **8**. 103-108.
- Effendy. 2010. *Logam, Aloi, Semikonduktor, dan Superkonduktor*. Bayumedia Publishing, Malang.
- Gu, H., Zheng, R., Zhang, R., and Xu, B. 2004. Facile One-Pot Synthesis of Bifunctional Heterodimers of Nanoparticles: A Conjugate of Quantum Dot and Magnetic Nanoparticles. *Journal of American Chemistry*. **18**. 5664–5665.
- Gouvea, K., Wypch, F., Moraes, S. G. , Duran, N., Nagata, N., dan Zamora, P. P. 2000. Semiconductor-Assisted Photocatalytic Degradation of Reactive Dyes in Aqueous Solution. *Chemosphere*. **40**. 433-440.
- Harits, A., Sri, W., dan Priatmoko, S. 2014. Preparasi Nanopartikel Perak dengan Metode Reduksi dan Aplikasinya sebagai Antibakteri Penyebab Infeksi. *Indonesian Journal of Chemical Science*. **3**. 1-6.
- Hawley. 1981. *Condenses Chemical Dictionary 8th Edition*. Van Nortrand Reinhold, New York.

- Jinhui, L., Koji, I., Yosuke, T., and Woosuck, S. 2016. Synthesis and size control of monodispersed BaTiO₃-PVP nanoparticles. *Journal of Asian Ceramic Societies*. **4**. 394-402.
- Khopkar, S. 2007. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. UI Press, Jakarta.
- Klaus, T., Joerger, R., Olsson, E., and Granqvist, C.G. 1999. Silver-Based Crystalline Nanoparticles, Microbially Fabricated. *Journal of Process National Academic Science*. **96**. 13611-13614.
- Konishi, Y., and Uruga T. 2007. Bioreductive Deposition of Platinum Nanoparticles on the Bacterium *Shewanella* algae. *Journal of Biotechnology*. **12**. 648-653.
- Kyriacou, S.V., Brownlow, W.J., and Xu, X. N. 2004. Using Nanoparticle Optichitosan assay for Direct Observation of the Function of Antimicrobial agents in Single Live bacterial cells. *Journal of Biochemistry*. **43**. 140-147.
- Labhane, P. K., Huse, V. R., Patle, L. B., Cahudary, A. L., dan Sonawane, G. H. 2015. Synthesis of Cu dopped ZnO Nanoparticles : Crystallographic, Optical, FTIR, Morphological and Photocatalytic Study. *Journal of Material Science and Engineering*. **3**. 39-51.
- Maneerung, T., Tokura, S., Rujiravanit, R. 2007. Impregnation of Silver Nanoparticles into Bacterial Cellulose for Antimicrobial Wound Dressing.
- Mohammad, A., Behnajady., Nasser, M., Mohammad, S., Arezoo, Z. 2012. Part A: Toxic/Hazardous Substances and Environmental Engineering. *Journal of Environmental Science and Health*. **44**. 666-672.
- Monshi, A., Forouhu, M. R., and Monshi, M. R. 2012. Modified Scherrer Equation to Estimate more Accurately Nano-Crystallite size using XRD. *World Journal of Nano Science and Engineering*. **2**. 154-160.
- Naimah, S., dan Ermawati, R. 2011. Efek Fotokatalis Nano TiO₂ terhadap Mekanisme Antimikroba E-Coli dan Salmonella. *Jurnal Riset Industri*. **5**. 113-120.
- Ozgun, U. 2005, A Comprehensive Review of ZnO Materials and Devices. *Journal of Applied Physics*.
- Radiman, C., and Yuliani, G. 2008. Coconut Water as a Potential Resource For Cellulose Acetate Mmembrane Preparation. *Polymer International*. **57**. 502-508.
- Rosidi, B., Budhiono, A., Suryati, A.H., and M. Iguchi. 2000. Production of Selulosa Bacterial from Fruit Waste Materials. *Proceeding The Second International Workshop on Green Polymers*. Indonesian Polymer Association, Indonesia.
- Senam, R. N., Rohaeti, E., Sutrisno, H., Rachmawati, A. 2012. Aplikasi Nanopartikel Perak pada Komposit Selulosa Bakteri - Kitosan sebagai Antibakteri untuk Keperluan Biomedis. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta.
- Shankar, S.S., Ahmed, A., Akkamwar, B., Sastry, M., Rai, A., Singh, A. 2004. Biological Synthesis of Triangular Gold Nanoprism. *Journal of Nature*. **3**. 482-491.
- Sistesya, D dan Susanto, H. 2013. Sifat Optis Lapisan ZnO:Ag yang dideposisi di Atas Substrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CSD) dan Aplikasinya Pada Degradasi Zat Warna Methylene Blue. *Youngster Physics Journal*. **1**. 71-80.
- Sharmila, C., Vinupriya, R., Selvi, C., Jincy, C., and Bellan, C. 2016. Biosynthesis of PVA encapsulated silver nanoparticles. **19**. 319-324.

- Smallman, R., and Bishop, R. 1999. *Modern Physics Metallurgy and Materials Engineering*. Butterworth-Heinemann, Oxford.
- Sudarmadji, S. 1989. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Thaweasang, N., Suphankij, S., Pecharapa, W. and Techidtera. 2013. Structural and Optical Properties of Cu-doped ZnO Nanoparticles Synthesis by Co-Precipitation Method for Solar Energy Harvesting Application. *Journal of Applied Physics*. 264-276.
- Takayasu, T., and Fumihiko, F. 1997. Production of Bacterial Cellulose by Agitation Culture System. *Journal of Pure and Applied Chemistry*. **69**. 2453-2458.
- Taleb, M., Sztrum, C. G., Salant, A., Rabani, E., and Banin, U. 2005. Formation of Asymmetric One-Sided Metal-Tipped Semiconductor Nanocrystal Dots and Rods. *Journal of Nature Materials*. **4**. 855–863.
- Tarwal, N. L., Patil, P. S. 2011. Enhanced Photoelectrochemical Performance of Ag–ZnO Thin Films Synthesized by Spray Pyrolysis Technique. *Journal of Nanoparticles*. **56**. 6510-6516.
- Vigneshwaran, N., Ashtaputre, N.M., Varadarajan, P.V., Nachane, R.P., Paralikar, K.M., and Balasubramanya, R.H. 2007. *Materials Letters*. **61**. 1413-1418.
- Weiwei, L., Liu, G., Gao, S., Xing, S., and Wang, J. 2008. Tyrosine-assisted Preparation of Ag/ZnO Nanocomposites with Enhanced Photocatalytic Performance and Synergistic Antibacterial Activities. *Journal of Nanotechnology*. **19**. 1-10.
- Willner, I., Baron, R., and Willner B. 2006. Growing metal Nanoparticles by Enzymes. *Journal of Advanced Material*. **18**. 1109-1120.
- Yang, G. J., Xie, F., Hong, Z., Cao, Y. 2012. Antimicrobial Activity of Silver Nanoparticle Impregnated Bacterial Cellulose Membrane : Effect of Fermentation Carbon Sources of Bacterial Cellulose. *Carbohydrat Polymers*. **87** : 839-845.
- Yonghui, S., Gongying, L., Yong, Y., Xinzhe, L., Wenwen, G., and Jun, Y. 2014. Formation process of silver nanoparticles in DTAB/SDBS/PVP aqueous solution. *Journal of Experimental Nanoscience*. **6**. 263-269.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Tugas Penelitian



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS SAM RATULANGI
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
Alamat : Kampus UNSRAT Manado
Telp. (0431) 827560, Fax. (0431) 827560
Email: lppm@unsrat.ac.id Laman: <http://lppm.unsrat.ac.id>

SURAT TUGAS

Nomor: 1121/UN12.13/LT/2018

Ketua Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado, dengan ini menugaskan kepada:

1. Nama : Dr. Henry F. Aritonang, S.Si.,M.Si (Ketua)
NIP : 19711207 200003 1 001
Pangkat Gol. : Pembina/IVa
Jabatan : Lektor Kepala
2. Nama : Prof. Dr. Ir. Julius Pontoh, MS (Anggota)
NIP : 19510213 197603 1 001
Pangkat Gol. : Pembina Tingkat I/IVb
Jabatan : Guru Besar
3. Nama : Dr. Drs. Dewa Gede Katja, M.Si (Anggota)
NIP : 19601220 198612 1 001
Pangkat Gol. : Pembina Tingkat I/IVb
Jabatan : Lektor Kepala

untuk melaksanakan Penelitian skim Riset Terapan Unggulan Universitas Sam Ratulangi (RTUU), yang di danai oleh dana PNBP UNSRAT tahun 2018 dengan judul : "*Nanokomposit Nata De Coco/ZnO/Ag : Sintesis, Fotokatalitik Dan Antimikrobanya*".

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dilaksanakan dengan penuh Tanggungjawab.

Manado, 17 Mei 2018

Ketua

Inneke F.M. Rumengan
NIP. 195711051984032001

I		Berangkat dari : Manado (tempat kedudukan) Pada tanggal : Ke : Ketua Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi,  Ineke F. M. Rumengan NIP : 195711051984032001
II	Tiba : Pada tanggal : Kepala PD-I FMIPA Uncery Drs. Tatang Sutarnan 	Berangkat dari : Pada tanggal : Kepala PD-I FMIPA Uncery Drs. Tatang Sutarnan, MS 
III	Tiba : 19650131 196102 1001 Pada tanggal : Kepala :	Berangkat dari : 19650131 196102 1001 Pada tanggal : Kepala :
IV	Tiba : Pada tanggal : Kepala :	Berangkat dari : Pada tanggal : Kepala :
V	Tiba : Pada tanggal : Kepala :	Berangkat dari : Pada tanggal : Kepala :
VI	Tiba : Pada tanggal : Kepala :	Telah diperiksa, dengan keterangan bahwa perjalanan tersebut di atas benar dilakukan atas perintahnya Ketua Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Sam Ratulangi,  Ineke F. M. Rumengan NIP : 19571105 198403 2001

PERHATIAN :

Pejabat yang berwenang menerbitkan SPPD, pegawai yang melakukan perjalanan dinas, para pejabat yang mengesahkan tanggal berangkat / tiba serta bendaharawan bertanggung jawab berdasarkan peraturan-peraturan keuangan Negara apabila Negara menderita kerugian akibat kesalahan, kelalaian dan kealpaan, angka 8 lampiran surat edaran Menteri keuangan tanggal 3 April 1979, No. S.247/MK.03/1979.

Sertifikat

Diberikan kepada :

HENRY F. ARITONANG

sebagai

PEMAKALAH

SEMINAR NASIONAL dan RAPAT TAHUNAN MIPAnet 2017

“SAINS UNTUK KEHIDUPAN”

yang dilaksanakan di FMIPA Universitas Sam Ratulangi Manado pada tanggal 24 - 26 Agustus 2017.

Sekretaris Jenderal MIPAnet
Dr. Ir. Sri Nurdianti, M.Sc.

Dekan FMIPA Unsrat
Prof. Dr. Benny Pinontoan, M.Sc.

Ketua Panitia
Ir. Feky R. Mantiri, M.Sc., Ph.D.

Manado, 26 Agustus 2017



