

LAPORAN AKHIR RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT



SINTESIS KOMPOSIT NANOPARTIKEL MgO- Ag/KITOSAN DAN APLIKASINYA SEBAGAI FOTOKATALIS DAN ANTIBAKTERI

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

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

Ir. AUDY D. WUNTU, M.Si (Anggota)
NIDN. 0021126906

SHINTYA MARYANI (NIM. 16101101002)
GLADYS K. BUNGAN (NIM. 14101101024)
HERIYANTO TINENTANG (NIM. 16101101022)

**UNIVERSITAS SAM RATULANGI
NOVEMBER 2020**

Dibiayai oleh:
Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Badan Layanan Umum

Nomor: SP DIPA - 023.17.2.677519/2020 tanggal 16 Maret 2020



HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN AKHIR RTUU

JUDUL KEGIATAN : SINTESIS KOMPOSIT NANOPARTIKEL MGO-AG/KITOSAN DAN APLIKASINYA SEBAGAI FOTOKATALIS DAN ANTIBAKTERI

Ketua Peneliti

Nama Lengkap : HENRY FONDA ARITONANG
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi
NIP/NIK : 197112072000031001
NIDN : 0007127103
Jab.Fungsional : Lektor Kepala
Prodi / Jurusan :
Fakultas :
Nomor HP :
Alamat Email : henyaritonang@yahoo
Usulan Biaya : Rp 51.000,000
Biaya Maksimum : Rp 51.000,000
Lama Penelitian : 1 bulan

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : DEWA GEDE KAJIJA
NIP : 196012201986121001
NIDN : 0020126006
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap : AUDY DENNY WINTU
NIP : 196912211994021001
NIDN : 0021126906
Perguruan Tinggi : Universitas Sam Ratulangi

Mahasiswa (1)

Nama Lengkap : SHINTYA MARYANI
NIM : 16101101002


Mahasiswa (2)

Nama Lengkap : GLADYS K. BUNGAN
NIM : 14101101024


Mahasiswa (3)

Nama Lengkap : HERYANTO TINENTANG
NIM : 16101101022

Mengetahui
Dekan FMIPA Unsrat


Prof. Dr. Benny Pinontan, M.Sc
NIP/NIK 196506041995121001

Manado, 28 November 2020
Ketua Peneliti


HENRY FONDA ARITONANG
NIP/NIK 197112072000031001

Menyetujui
Ketua LPPM Universitas Sam Ratulangi

Prof. Dr. Ir. Charles Lodewijk Kaunang, MS.
NIP/NIK 195910181986031002

RINGKASAN

Nanoteknologi merupakan fenomena unik yang dapat diaplikasikan dalam bidang teknologi informasi, farmasi dan kesehatan, pertanian, industri, dan lain-lain. Nanopartikel merupakan suatu partikel yang berukuran sekitar < 100 nm dengan bentuk dan diameter yang bervariasi. Pada skala ini, atom-atom partikel pada permukaan memberikan sifat yang unik. Karena sifatnya yang unik, nanopartikel pun banyak diteliti. Perkembangan nanoteknologi sendiri tidak terlepas dari riset mengenai material nano karena material berukuran nano memiliki sejumlah sifat fisika dan kimia yang lebih unggul dibandingkan material berukuran besar (*bulk*). Nanopartikel memiliki banyak kegunaan antara lain sebagai sensor, katalis, zat pelapis permukaan, dan antibakteri. Penelitian ini mensintesis nanopartikel MgO-Ag/kitosan dan aplikasinya sebagai fotokatalis dan antibakteri.

Penelitian yang telah dilakukan hingga bulan September 2020, yaitu sintesis komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan. Tahap pertama yaitu pembuatan larutan kitosan dengan melarutkan sebanyak sebanyak 2 g serbuk kitosan dan dilarutkan dalam 100 mL asam asetat 2% dan disonikasi selama 2 jam hingga diperoleh larutan kental kitosan. Selanjutnya sebanyak 1 g ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dan 0,05 g AgNO_3 dimasukkan ke dalam larutan kitosan yang telah disonikasi dan disonikasi kembali selama 2 jam. Selanjutnya, larutan ini dituangkan ke dalam cawan petri, dan selanjutnya larutan dikeringkan dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Kemudian cawan petri beserta membran direndam dalam larutan NaOH 0,2 M selama 3 jam. Selanjutnya membran dilepas dan dikeringkan di dalam oven. Selanjutnya membran dilepas dalam cawan petri dan dicuci dengan metanol sebanyak 3x dan dikeringkan kembali ke dalam oven pada suhu 60°C selama 2 jam. Komposit yang dihasilkan ini diberi kode komposit MgO/Ag-0,05/kitosan. Komposit yang telah kering dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Diffraction* (XRD) dan dianalisis sifat antibakterinya. Dengan cara yang sama, dilakukan juga sintesis komposit kitosan/MgO dan kitosan/Ag. Selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama untuk variasi konsentrasi massa AgNO_3 yang ditambahkan, yaitu 0,1 g, 0,15 g, dan 0,2 g dan masing-masing komposit yang dihasilkan diberi kode komposit MgO/Ag-0,1/kitosan, komposit MgO/Ag-0,15/kitosan, dan komposit MgO/Ag-0,2/kitosan. Membran komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini menunjukkan efektivitas yang relatif lebih baik terhadap bakteri *E.coli* dibandingkan *S.aureus*. Selain itu, komposit menunjukkan efektivitasnya sebagai fotokatalis.

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 2020 ini, peneliti diberi kesempatan oleh Universitas Sam Ratulangi untuk melakukan Riset Terapan Unggulan Unsrat (RTUU) dengan judul : **Sintesis Komposit Nanopartikel MgO-Ag/Kitosan Dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis Dan Antibakteri**. Penelitian ini direncanakan selama satu tahun di Tahun 2020 ini. Hingga bulan Oktober 2020 ini, hasil penelitian telah memperoleh komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan, karakterisasinya dengan XRD, SEM, dan telah diuji aktivitasnya sebagai antibakteri. Namun demikian, pembahasan hasil tersebut masih dilakukan hingga sekarang. Dengan demikian, peneliti berharap semoga penelitian ini bermanfaat, terima kasih.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN.....	1
RINGKASAN.....	2
PRAKATA.....	3
DAFTAR ISI.....	4
DAFTAR TABEL.....	5
DAFTAR GAMBAR.....	6
DAFTAR LAMPIRAN.....	7
BAB 1. PENDAHULUAN.....	8
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	10
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
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN.....	35
Lampiran 1.....	38
Lampiran 2.....	41
Lampiran 3.....	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Perbandingan Daerah 2 θ	27
Tabel 2 Daya hambat bakteri terhadap sampel MgO-Ag/kitosan.....	28
Tabel 3 Variasi Waktu Penyinaran MB dengan MgO-Ag/kitosan	30

DAFTAR GAMBAR

		Halaman
Gambar 1	Struktur Kimia Kitosan.....	12
Gambar 2	Perbedaan membran komposit kitosan sebelum dan setelah deposisi, (a) komposit kitosan (b) komposit kitosan/MgO (c) komposit kitosan/Ag, (d) komposit MgO-Ag- ₂ /kitosan.....	22
Gambar 3	Citra SEM dari membran (a) kitosan (Samsia, 2009); (b) kitosan/MgO, (c) kitosan/Ag, dan (d) MgO-Ag-0,05/kitosan.....	24
Gambar 4	Difraktogram komposit MgO-Ag/kitosan serta standar MgO dan Ag.....	25
Gambar 5	Difraktogram kitosan	26

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Pendaftaran Paten Sederhana 31
Lampiran 2	Mengikuti Seminar Internasional (<i>Letter of Acceptance</i>)..... 33

BAB 1. PENDAHULUAN

Pengolahan limbah merupakan teknologi yang penting untuk kehidupan manusia dan lingkungan secara global. Limbah cair adalah permasalahan yang cukup besar, terutama limbah yang dihasilkan dari industri tekstil. Limbah cair industri tekstil mengandung senyawa organik dan anorganik dengan konsentrasi yang cukup tinggi pada hampir setiap unit prosesnya. Akibatnya, kualitas air menurun karena tercampur dengan limbah cair tersebut. Untuk mengatasinya telah dilakukan beberapa penilitan tentang pengolahan limbah cair tersebut. Dari beberapa cara yang dapat dilakukan, penggunaan fotokatalis merupakan salah satu cara yang efektif dalam pengolahan limbah cair. Fotokatalis mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dan dalam prosesnya akan menghasilkan radikal hidroksil yang akan bereaksi redoks dengan senyawa organik (polutan), sehingga air akan kembali jernih karena terpisahkan dari limbah cair. Polutan ini diubah menjadi O_2 dan H_2 yang lebih ramah lingkungan. (Emin, *et al.*, 2015;).

Beberapa material digunakan sebagai fotokatalis pengolahan limbah yang umumnya merupakan semikonduktor, diantaranya TiO_2 , WO_3 , dan SnO_2 . Ketiga fotokatalis tersebut memiliki bandgap yang berbeda. Bandgap ini merupakan energi antara pita konduksi dengan pita valensi yang menghasilkan pembawa arus, pita valensi merupakan tingkat energi yang terisi elektron dengan keadaan energi yang rendah. Sedangkan, pita konduksi merupakan tingkat energi yang tidak terisi oleh elektron atau yang disebut *holes*, tetapi elektron dapat tereksitasi ke dalamnya sehingga diperoleh konduktivitas akibat dari perpindahan elektron yang mengisi *holes* dan menghasilkan arus ketika potensial elektrodanya tercukupi (Scaife *et al.*, 2005; Koppenol *et al.*, 2010). Potensial elektroda ini merupakan kuantitas bagaimana suatu senyawa mengalami oksidasi maupun reduksi (Koppenol *et al.*, 2010; Oller *et al.*, 2011). Besarnya bandgap bergantung pada banyaknya elektron membentuk sebuah kelompok pada suatu senyawa atau atom. Selain sifatnya yang semikonduktor, ukuran yang dibuat nano pun menjadi salah satu faktor efisiensi fotokatalis dalam pengolahan limbah cair. Material tersebut memiliki keunggulannya masing - masing, bahkan ringkasan mengenai ketiga material

tersebut sebagai fotokatalis telah banyak dilaporkan, salah satunya oleh P. Sivakumar *et al.* (2015).

Kitosan ditemukan memiliki aplikasi luas dalam biomedis dan pertanian dan diproduksi dari polimer alami kitin (Dash *et al.*, 2011). Beberapa penelitian telah dilakukan dengan mensintesis komposit berbasis kitosan, yaitu TiO₂/kitosan (Dhanya and Aparna, 2016; Sayilkan and Emre, 2016), ZnO/kitosan (Nithya dan Jothivenkatachalam, 2015), Ag/kitosan (Kalaivani, *et al.*, 2018). Komposit-komposit tersebut telah dilaporkan dapat berfungsi sebagai fotokatalis dan menunjukkan aktivitas antibakteri. Namun demikian, hingga kini belum dilaporkan rekayasa pembuatan komposit paduan nanopartikel ZnO, Ag dan kitosan dalam satu material komposit. Diketahui bahwa, MgO itu sendiri juga bersifat antibakteri (Nguyen, *et al.*, 2018), sama seperti Ag.

Oleh karena itu, untuk meningkatkan aktivitas fotokatalis dan antibakterinya, maka disintesis komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan. Hingga kini, belum ada dilaporkan tentang sintesis komposit tersebut sehingga penelitian ini memiliki nilai kebaruan yang tinggi dan dapat digunakan sebagai fotokatalis dalam mendegradasi zat warna sintetik, yaitu *methylene blue* (MB) serta sekaligus dapat berfungsi sebagai antibakteri. Dalam penelitian ini, sebagai model bakteri yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* (gram positif) dan *Escherichia coli* (gram negatif).

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nanoteknologi

Nanoteknologi adalah bidang ilmu pengetahuan yang di dalamnya membahas tentang 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). Nanoteknologi didefinisikan sebagai desain, karakterisasi, produksi dan penerapan struktur, perangkat dan sistem dengan mengontrol bentuk dan ukuran pada skala nanometer (Wahyuni *et al.*, 2013).

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 penyimpan energy, bahkan untuk proses pengolahan yang lebih luas, seperti kosmetik dan pakaian (Dubchak *et al.*, 2010).

2.2 Nanopartikel MgO

Nanopartikel magnesium oksida (MgO) bubuk putih beracun yang tidak berbau dan memiliki titik leleh tinggi dan tingkat kekerasan tinggi. Nanopartikel ini banyak digunakan dalam industri karena biokompatibilitasnya, biodegradabilitasnya, dan biaya relatif rendah. Dalam dunia kedokteran, magnesium oksida digunakan untuk meredakan mulas, asam lambung, dapat meningkatkan regenerasi tulang dan juga sebagai agen antimikroba serta antitumor (Tang *et al.*, 2014). Nanopartikel magnesium oksida (MgO) sendiri dapat digunakan sebagai antimikroba dan jika dikombinasi bersama agen antimikroba lainnya dapat digunakan sebagai antimikroba yang efektif.

Sintesis nanopartikel MgO, dapat dilakukan dengan metode presipitasi dan hidrotermal. Masing-masing metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Metode hidrotermal dapat mengurangi aglomerasi partikel dan menghasilkan kristal dengan ukuran relatif seragam dan homogen pada temperatur rendah (di bawah 150 C). Metode ini, sayangnya, mahal dan stoikiometri larutan sulit untuk dikontrol (Wang, 2009). Metode presipitasi memungkinkan kontrol atas ukuran

partikel sehingga waktu yang dibutuhkan relatif singkat dan dapat dilakukan pada suhu rendah. MgO biasanya digunakan pada pembuatan material sebagai dinding tahan panas pada furnace, isolator listrik, pembungkus makanan, kosmetik dan pembuatan obat pada bidang farmasi (Ganaphati, 2013).

2.3 Nanopartikel Ag

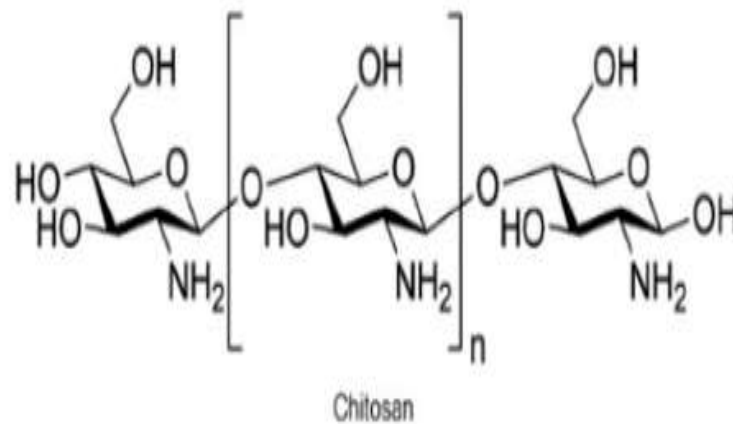
Nanopartikel perak (Ag) memiliki sifat fisikokimia yang sempurna. Dasar-dasar ilmiah mengenai peran Ag tentang penyembuhan luka, diawali oleh penelitian G.D. Winter pada tahun 1962 dan merupakan awal mula yang mendasari penelitian tentang konsep pembalutan luka aktif, yang dapat menciptakan dan mempertahankan kondisi antibakterial optimal yang diperlukan untuk regenerasi dari jaringan yang rusak akibat infeksi. Anti bakteri dapat ditemukan dalam bentuk gel, hidrogel, 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.*, 2007).

Pendopongan merupakan suatu cara untuk merubah sifat-sifat listrik maupun sifat optik semikonduktor. Ketika semikonduktor didoping dengan bahan asing maka semikonduktor menjadi ekstrinsik. Salah satu tujuan dilakukan pendopongan adalah untuk meningkatkan konduksi elektron juga dapat memperbesar lebar celah pita energi semikonduktor (Sutanto *et al.*, 2013).

Pendopongan juga dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik secara signifikan. Diantara unsur-unsur yang ada, 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 *electron-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 (Sutanto *et al.*, 2013).

2.4 Kitosan

Kitosan merupakan senyawa penting ke-6 dan volume produksinya di alam bebas menempati peringkat ke-2 setelah serat/selulosa, yang banyak terdapat pada crustacea, kerang, rajungan dan organisme lainnya (Vipin *et al.*, 2011). Tahun 1859 merupakan awal penemuan kitosan oleh C. Rouget dengan cara mereaksikan kitin dengan kalium hidroksida (KOH) pekat (Pradip *et al.*, 2004). Dalam tahun 1934 selanjutnya, Rigby mendapatkan dua paten, yaitu penemuan mengenai pembuatan kitosan dari kitin dan pembuatan film dari serat kitosan (Devi, 2009). Penggunaan kitin dan kitosan berikutnya meningkat pada tahun 1940-an dan semakin berkembang pada tahun 1970-an seiring dengan meningkatnya kebutuhan bahan alami dalam berbagai bidang industri (Bhuvaneshwari *et al.*, 2007). Sejak saat itu juga penelitian terkait kitosan semakin berkembang pesat dari tahun ke tahun.



Gambar 1. Struktur Kimia Kitosan (Pesek *et al.*, 2016).

Kitosan adalah senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa. Kitin ini umumnya diperoleh dari kerangka hewan invertebrata dari kelompok Arthropoda sp, Mollusca sp, Coelenterata sp, Annelida sp, Nematoda sp, dan beberapa dari kelompok jamur. Selain dari kerangka hewan invertebrata, juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, trakea, dinding usus dan pada kulit cumi-cumi. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang Crustaceae sp, yaitu udang, lobster, kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut (Hawab,2005).

Kitosan merupakan biopolimer alami dengan kelimpahan terbesar kedua setelah selulosa, merupakan produk deasetilasi kitin baik melalui proses reaksi kimia maupun reaksi enzimatik. Senyawa ini dapat ditemukan pada cangkang udang, kepiting, kerang, serangga, annelida serta beberapa dinding sel jamur dan alga. Kitosan terdiri dari unit N-asetil glukosamin dan N glukosamin hasil modifikasi kitosan menghasilkan sifat dan manfaat yang spesifik, yaitu adanya sifat bioaktif, biokompatibel, pengkelat, anti bakteri dan dapat terbiodegrasi. Dengan adanya gugus reaktif amino pada atom C-2 dan gugus hidroksil pada atom C-3 dan C-6. Melihat sifat hidrofilik, reaktifitas kimia, kesanggupan membentuk film dan sifat mekanik yang baik, maka kitosan merupakan bahan yang baik untuk digunakan dalam berbagai bidang aplikasi (Kaban 2009). Kitosan merupakan senyawa dengan rumus kimia poli (2-amino-2-dioksi- β -D-Glukosa) yang dapat dihasilkan dengan proses hidrolisis kitin menggunakan basa kuat. Saat ini terdapat lebih dari 200 aplikasi dari kitin dan kitosan serta turunannya di industri makanan, pemrosesan makanan, bioteknologi, pertanian, farmasi, kesehatan, dan lingkungan. Kitosan bermanfaat sebagai pengawet hasil perikanan dan penstabil warna produk pangan, sebagai flokulan dan membantu proses reverse osmosis dalam penjernihan air, aditif untuk produk agrokimia dan pengawet benih (Balley *et al.*, 1977).

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 (Delmifiana dan Astuti, 2013).

Produk dari metode ini diharapkan memiliki ukuran partikel yang lebih kecil dan lebih homogen daripada metoda *solid state* dan ukuran partikel yang lebih besar dari pada metoda sol-gel. Bila suatu endapan memisah dari dalam suatu larutan, endapan itu tidak selalu sempurna murninya, kemungkinan mengandung berbagai jumlah zat pengotor, bergantung pada sifat endapan

dan kondisi pengendapan. Kontaminasi endapan oleh zat-zat yang secara normal larut dalam cairan induk dinamakan kopresipitasi (Kim *et al.*, 2003).

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 energi sangat rendah. Kopresipitasi merupakan metode yang menjanjikan karena prosesnya menggunakan suhu rendah dan mudah untuk mengontrol ukuran partikel sehingga waktu yang dibutuhkan relatif lebih singkat (Guimaraes, 2009).

2.6 Antibakteri

Antibakteri adalah suatu senyawa yang digunakan untuk mengambat bakteri. Antibakteri biasanya terdapat dalam suatu organisme sebagai metabolit sekunder. Mekanisme senyawa dinding sel, mengubah permeabilitas membran, mengganggu sintesis protein, dan menghambat kerja enzim. Senyawa yang berperan dalam merusak dinding sel antara lain fenol, flavonoid, dan alkaloid (Pelczar dan Chan, 2008). Antibakteri merupakan obat pembasmi bakteri, khususnya bakteri patogen yang dapat merugikan manusia. Antibakteri adalah zat yang dihasilkan oleh suatu mikroba yang dapat menghambat pertumbuhan atau dapat membasmi jenis mikroba lain. Obat yang dapat digunakan untuk membasmi mikroba memiliki ketentuan yaitu harus memiliki sifat toksisitas selektif setinggi mungkin. Artinya, obat tersebut haruslah bersifat sangat toksik untuk mikroba tapi tidak toksik untuk hospes (parasit). Berdasarkan sifat toksisitas selektif, dibagi menjadi 2 yaitu :

1. Antibakteri yang mempunyai sifat menghambat pertumbuhan bakteri (aktivitas bakteriostatik).
2. Antibakteri yang mempunyai sifat membunuh bakteri.

Dalam menghambat pertumbuhan bakteri ataupun membunuhnya, terdapat kadar minimal. Kadar minimal tersebut masing-masing dikenal sebagai kadar hambat minimal (KHM) dan kadar bunuh minimal (KBM). Antimikroba tertentu

dapat meningkat aktivitasnya dari bakteriostatik menjadi bakterisid apabila kadar antimikrobanya ditingkatkan melebihi kadar hambat minimal (KHM). Pada uji ini, yang akan diukur adalah respons pertumbuhan populasi mikroorganisme terhadap agen antimikroba. Salah satu manfaat dari uji antimikroba adalah diperolehnya satu sistem pengobatan yang efektif dan efisien. Penentuan setiap kepekaan kuman terhadap suatu obat adalah dengan menentukan kadar obat terkecil yang dapat menghambat pertumbuhan kuman in vitro.

2.7 X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction (XRD) merupakan suatu teknik pengujian yang digunakan untuk menentukan unsur dan senyawa kimia, struktur kristal, parameter kisi, volume kisi dan lain-lain. Teknik pengujian ini tidak akan merusak material yang akan diuji (Smallman Bishop, 2000). XRD juga dapat membedakan antara material yang bersifat kristal dan amorf. Selain itu, XRD juga dapat mengukur macam-macam kecacakan dan penyimpangan kristal serta karakterisasi material kristal (Smallman *et al.*, 1999).

Rontgen memberi nama sinar tersebut yaitu sinar-X. Ia menyelidiki sinar ini secara intensif dan menemukan bahwa semua bahan tertembus oleh sinar tersebut dalam derajat tertentu dan bahwa derajat ketertembusan berkurang dengan meningkatnya densitas bahannya (Tipler, 1996). Dasar dari prinsip pendifraksian sinar X yaitu difraksi sinar-X terjadi pada hamburan elastis foton-foton sinar-X oleh atom dalam sebuah kisi periodik. Hamburan monokromatis sinar-X dalam fasa tersebut memberikan interferensi yang konstruktif.

Dasar dari penggunaan difraksi sinar-X untuk mempelajari kisi kristal adalah berdasarkan persamaan Bragg:

$$n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin \theta ; n = 1, 2, \dots \dots \dots (1)$$

dimana:

d = jarak antar bidang kisi (Å)

θ = sudut difraksi

λ = panjang gelombang (Å)

n = orde (1, 2, 3,n)

persamaan Bragg, seberkas sinar-X di jatuhkan pada sampel kristal, maka bidang

kristal itu akan membiaskan sinar-X yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan sebagai sebuah puncak difraksi. Makin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel, makin kuat intensitas pembiasan yang dihasilkannya. Tiap puncak yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu dalam sumbu tiga dimensi. Puncak-puncak yang didapatkan dari data pengukuran ini kemudian dicocokkan dengan standar difraksi sinar-X untuk hampir semua jenis material (Ratnasari dan Dina, 2009).

2.8 Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan mikroskop elektron digunakan untuk sebagai alat pendeteksi objek pada skala yang amat kecil. SEM digunakan untuk menentukan struktur dan ukuran pori. Prinsip kerja SEM adalah deteksi elektron yang dihamburkan oleh suatu sampel padatan ketika ditembak oleh berkas elektron berenergi tinggi secara kontinu yang dipercepat di dalam kumparan elektromagnetik yang dihubungkan dengan tabung sinar katoda sehingga dihasilkan suatu informasi mengenai keadaan permukaan suatu sampel. Sebelum dianalisis dengan SEM, dilakukan preparasi sampel yang meliputi penghilangan pelarut, pemilihan sampel, dan lapisan. Detektor di dalam SEM mendeteksi elektron yang dipantulkan dan menentukan lokasi berkas yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Arah tersebut akan memberikan informasi profil permukaan benda. Bila elektron dengan energi cukup besar menumbuk pada sampel, maka akan menyebabkan terjadinya emisi sinar-X yang energinya dan intensitasnya bergantung pada komposisi elemental sampel (Abdullah *et al.*, 2009).

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Menentukan proses sintesis komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan
2. Mengetahui ukuran nanopartikel MgO dan Ag hasil sintesis
3. Mengetahui aktivitas antibakteri dan fotokatalitik pada fotodegradasi zat warna *methylene blue* komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan.

3.2. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan informasi ilmiah mengenai manfaat penggunaan komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan yang berfungsi sebagai anti bakteri dan fotokatalis dalam mendegradasi zat warna sintetik *methylene blue*. 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. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan selama 8 bulan di tahun 2020 ini dan dikerjakan di Laboratorium Kimia Lanjut Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sam Ratulangi Manado. Sementara itu, analisis *Scanning Electron Microscope* (SEM) diuji di Laboratorium Mineral dan Material Maju (Laboratorium Sentral), FMIPA Universitas Negeri Malang dan *X-Ray Diffractometry* (XRD) diuji di Laboratorium Hidrogeologi dan Hidrogeokimia di ITB serta Laboratorium Mineral dan Material Maju (Laboratorium Sentral) di FMIPA Universitas Negeri Malang.

4.2. Alat dan Bahan

4.2.1. Alat

Peralatan yang digunakan adalah alat-alat gelas (Iwaki Pyrex), alat uji SEM (JOEL JSM-6510 LA), dan XRD (Rigaku SmartLab 3kV), sonikator, sudip, penggaris, neraca analitik, karet gelang, pipet tetes, gunting, kertas cakram (*blank disk*), cawan petri, kawat ose, pembakar spiritus, *Incubatorincucell*, *autoclaf*.

4.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah kitosan, magnesium nitrat heksahidrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), perak nitrat (AgNO_3), natrium hidroksida (NaOH), Metanol, asam asetat, aquades, nutrient agar (NA), tablet *cyprofoxasin*, bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, larutan *Mc. Farland*.

4.3. Prosedur Kerja

4.3.1. Sintesis komposit MgO-Ag/kitosan (Riyadh et al., (2018))

Komposit MgO/Ag/kitosan disintesis dengan metode ko-presipitasi menggunakan prekursor magnesium nitrat heksahidrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dan perak nitrat (AgNO_3), masing-masing sebagai sumber nanopartikel MgO dan Ag. Mula-mula, sebanyak 2 g kitosan dilarutkan dalam 100 mL asam asetat 2% dan disonikasi selama 2 jam. Selanjutnya sebanyak 1 g ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dan 0,05 g

AgNO₃ dimasukkan ke dalam larutan kitosan yang telah disonikasi dan disonikasi kembali selama 2 jam. Selanjutnya, larutan ini dituangkan ke dalam cawan petri, dan selanjutnya larutan dikeringkan dan dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60⁰ C selama 4 jam. Kemudian cawan petri beserta membran direndam dalam larutan NaOH 0,2 M selama 3 jam. Selanjutnya membran dilepas dan dikeringkan di dalam oven. Selanjutnya membran dilepas dalam cawan petri dan dicuci dengan metanol sebanyak 3x dan dikeringkan kembali ke dalam oven pada suhu 60⁰ C selama 2 jam. Komposit yang dihasilkan ini diberi kode komposit MgO/Ag-0,05/kitosan. Komposit yang telah kering dikarakterisasi dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Diffraction* (XRD) dan dianalisis sifat antibakterinya. Dengan cara yang sama, dilakukan juga sintesis komposit kitosan/MgO dan kitosan/Ag. Selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama untuk variasi konsentrasi massa AgNO₃ yang ditambahkan, yaitu 0,1 g, 0,15 g, dan 0,2 g dan masing-masing komposit yang dihasilkan diberi kode komposit MgO/Ag-0,1/kitosan, komposit MgO/Ag-0,15/kitosan, dan komposit MgO/Ag-0,2/kitosan.

4.3.2. Karakterisasi komposit hasil sintesis

4.3.2.1 X-Ray Diffraction (XRD)

Pola XRD 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 10^o sampai 90^o. Ukuran kristalit komposit kitosan/MgO/Ag dihitung berdasarkan pengukuran difraksi sinar-X. Ukuran kristalit dihitung dari lebar penuh pada setengah maksimum (*full width half maximum*, FWHM) puncaknya dengan menggunakan rumus Scherrer (Monshi *et al.*, 2012)

$$L = \frac{k \lambda}{\beta \cos \theta} , \dots \dots \dots (2)$$

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

4.3.2.2 Scanning Electron Microscopy (SEM)

Morfologi permukaan dipelajari dengan menggunakan SEM. Sebelum dianalisis, membran diletakkan pada *specimen holder* dengan menggunakan pita

perekat (*carbon tape*), kemudian disemprot dengan *hand blower* atau *hand dryer* untuk mengeluarkan pengotor. Selanjutnya dilapisi dengan lapisan tipis emas menggunakan alat *coating Fine Coat Ion Sputter JFC-1100* pada arus sebesar 35 mA selama 1 menit dan dicitrakan. Kondisi operasi dilakukan pada akselerasi tegangan sebesar 15 kV dan perbesaran 30.000 kali.

4.4 Pengujian Aktivitas Anti Bakteri

4.4.1 Sterilisasi Alat

Alat-alat yang digunakan dalam pengujian aktivitas antibakteri disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 15 menit. Kawat ose dibakar dengan pembakaran langsung di atas api (Muljono *et al.*, 2016).

4.4.2 Pembuatan Variabel Konsentrasi

Variabel yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 8 variabel, kontrol negatif berupa air, variasi sampel uji berupa komposit kitosan, MgO-Ag/kitosan (Perbandingan massa Ag 0,05, 0,1, 0,15, 0,2). Kitosan/MgO dan kitosan/Ag (Perbandingan massa Ag 0,05 dan Ag 0,2, serta kontrol positif berupa tablet *Cyprofoxasin* yang merupakan antibiotik spektrum luas (antibiotik yang bekerja pada dua kelompok bakteri utama, gram positif dan gram negatif), sehingga tepat untuk menghambat pertumbuhan bakteri gram positif maupun negatif. Pembuatan kontrol negatif dilakukan dengan cara menambahkan 10 mL aquades pada *blank disk* yang disiapkan (Eko, 2013).

4.4.3 Pembuatan Media Tumbuh (NA) dan Sterilisasi Alat

Timbang nutrient agar (NA) 9,8 g kemudian dilarutkan dalam 350 mL aquades lalu dimasukkan dalam erlenmeyer dan disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121 °C selama 30 menit.

4.4.4 Pembuatan Larutan Mc Farland

Sebanyak 0,5 mL BaCl₂ 1,75 % (dibuat dengan cara melarutkan 1.75 gram BaCl₂ ke dalam 100 mL aquades) ditambahkan dengan 9,5 mL H₂SO₄ 1% (dibuat dengan cara 1 mL H₂SO₄ pekat ditambahkan aquades sampai 100 mL) sehingga

volume larutan mencapai 10 mL. Kemudian, larutan dipindahkan ke dalam tabung reaksi dan divortex dan dilihat kekeruhannya.

4.4.5 Pembuatan Bakteri Uji

Bakteri diencerkan dengan mencampurkan masing-masing 1 ose suspensi bakteri *Staphylococcus aureus* dan *E. coli* ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 5 mL larutan NaCl 0,9 %. Kemudian dihomogenkan menggunakan vortex dan kekeruhannya dibandingkan dengan kekeruhan 0.5 *Mc Farland* hingga kekeruhan larutan bakteri harus sama dengan kekeruhan larutan 0.5 *Mc Farland*. Jika kekeruhan larutan belum sama, maka ke dalam larutan bakteri ditambahkan lagi 1 ose suspensi bakteri hingga kekeruhan larutan bakteri sama dengan kekeruhan larutan 0.5 *Mc Farland*, sehingga jumlah bakteri memenuhi standarisasi untuk uji kepekaan yaitu: 10^5 – 10^8 /ml.

4.4.6 Uji Daya Hambat Bakteri

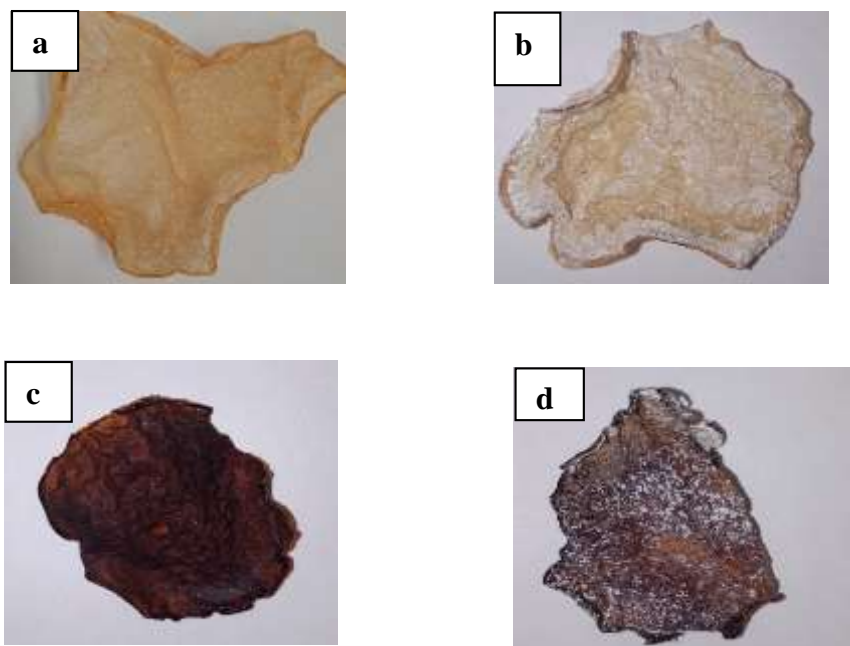
Dimasukkan sebanyak 20 mL larutan *Nutrient Agar* ke dalam cawan petri kemudian didiamkan selama 15 menit sampai larutan *Nutrient Agar* mengeras. Kemudian sebanyak 0.1 mL larutan bakteri yang telah distandarisasi tadi, dioleskan pada media tumbuh *Nutrient Agar*. Setelah itu, diletakkan kontrol negatif, kontrol positif, dan sampel yang telah disiapkan (2 ulangan). Media yang telah dibuat, diinkubasi ke dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam, dan diukur pada keesokan harinya dengan diameter zona bening (*clear zone*) yang terbentuk dengan menggunakan jangka sorong (Eko, 2013).

BAB 5. HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

5.1 Hasil

5.1.1 Sintesis komposit MgO-Ag/kitosan

Pembuatan membran komposit MgO-Ag/kitosan dilakukan dengan cara melarutkan serbuk kitosan ke dalam larutan 100 mL asam asetat 2%. Selanjutnya, magnesium nitrat heksahidrat ($\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dan perak nitrat (AgNO_3) dimasukkan ke dalam larutan kitosan. Larutan ini disonikasi agar ion-ion logam maupun oksida logam terdistribusi dengan baik pada semua bagian dari kitosan. Selanjutnya, larutan ini dituangkan pada cawan petri dan dikeringkan agar membentuk membran. Membran yang terbentuk direndam di dalam larutan NaOH 0,2M agar proses presipitasi terjadi sehingga partikel MgO dan Ag terbentuk dan terdeposisi di dalam kitosan. Proses pengeringan membran komposit ini di dalam oven dilanjutkan agar kristal MgO dan Ag benar-benar terbentuk. Terdeposisinya partikel MgO dan Ag dapat diketahui dari perubahan warna membran kitosan sebelum dan setelah deposisi. Untuk melihat perbedaan visual dari membran komposit tersebut, maka sintesis komposit dari masing-masing kitosan, MgO dan Ag juga dilakukan. Adapun perbedaan visual komposit tersebut disajikan pada Gambar 2 berikut.



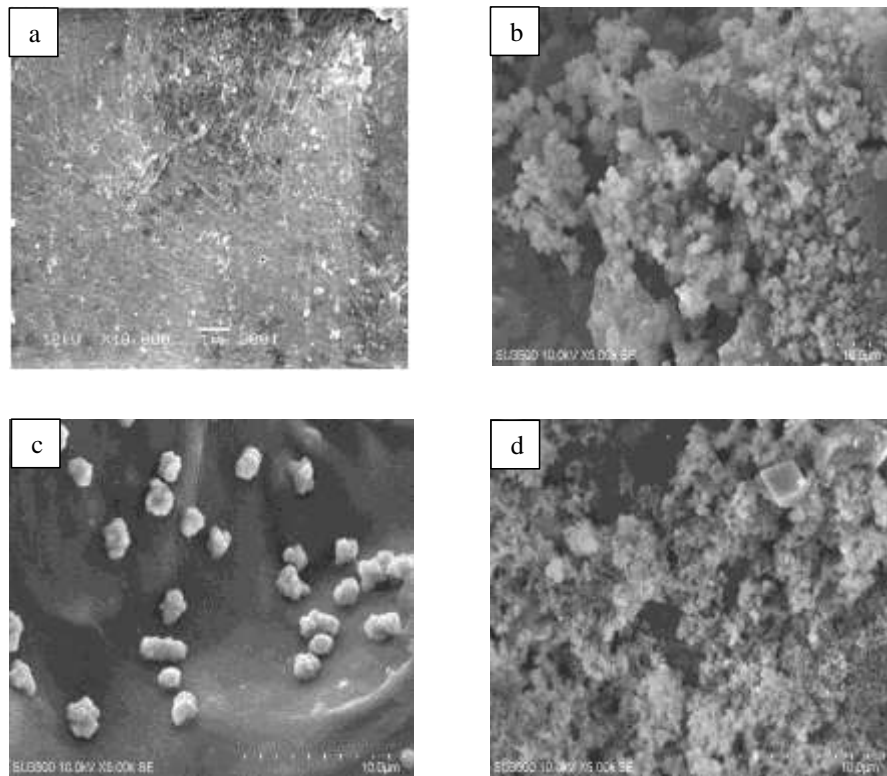
Gambar 2. Perbedaan membran komposit kitosan sebelum dan setelah deposisi, (a) komposit kitosan (b) komposit kitosan/MgO (c) komposit kitosan/Ag, (d) komposit MgO-Ag-0,2/kitosan.

Gambar di atas tampak bahwa, setiap membran komposit menunjukkan warna yang berbeda. Pada Gambar 2 (a) tampak bahwa membran komposit berwarna kuning. Ini menunjukkan bahwa membran kitosan telah terbentuk dan terdistribusi merata. Selanjutnya, pada Gambar 2 (b), membran komposit berwarna kuning dan noda-noda putih yang tersebar merata. Terbentuknya warna putih menandakan bahwa partikel-partikel MgO telah terbentuk. Warna putih dari partikel MgO juga seperti yang telah dilaporkan oleh Almerindo *et al.* (2011). Selanjutnya, pada Gambar 2 (c) membran komposit berwarna hitam, terbentuknya warna hitam menandakan prekursor AgNO₃ telah tereduksi dan partikel-partikel Ag telah terbentuk (Maneerung *et al.*, 2008). Sementara itu, tampak bahwa warna dari membran komposit MgO-Ag/kitosan (Gambar 2d) adalah coklat keputihan. Ini menunjukkan bahwa partikel-partikel MgO (putih) dan Ag (hitam) telah terdeposisi di dalam membran kitosan. Untuk mengetahui morfologi nanopartikel MgO dan Ag pada permukaan membran kitosan dapat diketahui melalui karakterisasi dengan SEM.

5.1.2 Karakterisasi Nanokomposit

5.1.2.1 Karakterisasi dengan Metode SEM

Pengamatan morfologi partikel-partikel MgO dan Ag yang terdapat pada permukaan membran kitosan, dilakukan menggunakan SEM dengan perbesaran 5000 kali. Hasil karakterisasinya dapat dilihat pada Gambar 3.

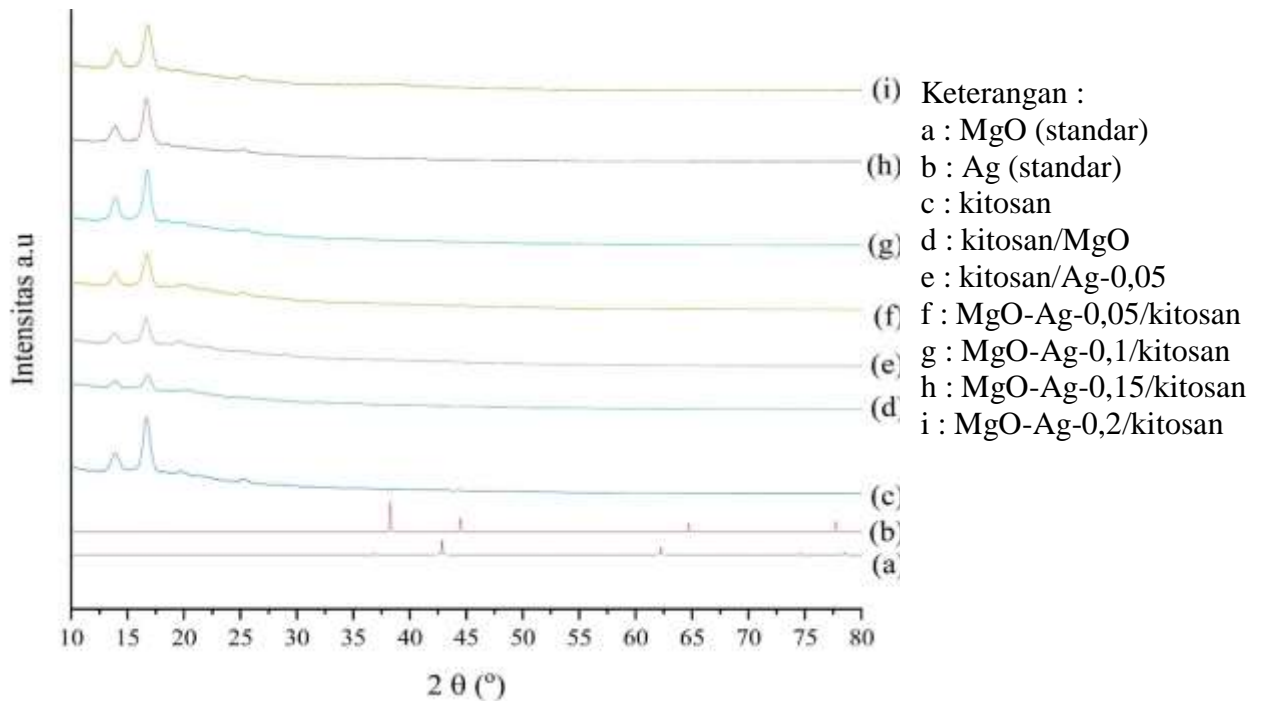


Gambar 3. Citra SEM dari membran (a) kitosan (Samsia, 2009); (b) kitosan/MgO, (c) kitosan/Ag, dan (d) MgO-Ag-0,05/kitosan

Gambar di atas menunjukkan bahwa partikel-partikel MgO membentuk butiran-butiran yang melekat baik pada permukaan kitosan (Gambar 3b). Morfologi partikel-partikel MgO ini mirip seperti yang dilaporkan oleh Peni (2015); Zeyneb *et al.* (2012); Atena *et al.* (2018). Hal yang berbeda ditunjukkan oleh partikel-partikel Ag yang saling bergabung satu dengan yang lain membentuk aglomerasi dan tampak bersegi-segi. Morfologi partikel-partikel Ag ini mirip seperti yang dilaporkan oleh Komang *et al.* (2019). Selain itu, tampak bahwa partikel-partikel Ag tidak melekat baik pada serat-serat kitosan (Gambar 3c). Selanjutnya, ketika partikel-partikel MgO bergabung dengan Ag, semua partikel hampir tidak dapat dibedakan, namun pada Gambar 3d tampak satu bagian partikel Ag yang membentuk persegi-4.

5.1.2.2 Karakterisasi dengan Metode XRD

Pengujian XRD dilakukan untuk mengetahui telah terbentuknya partikel-partikel MgO dan Ag dari sumber prekursoranya. Pada difraktogramnya akan muncul pola difraksi dengan adanya puncak-puncak pada daerah 2θ yang karakteristik dengan partikel tersebut, seperti yang tersaji pada Gambar 4 berikut.

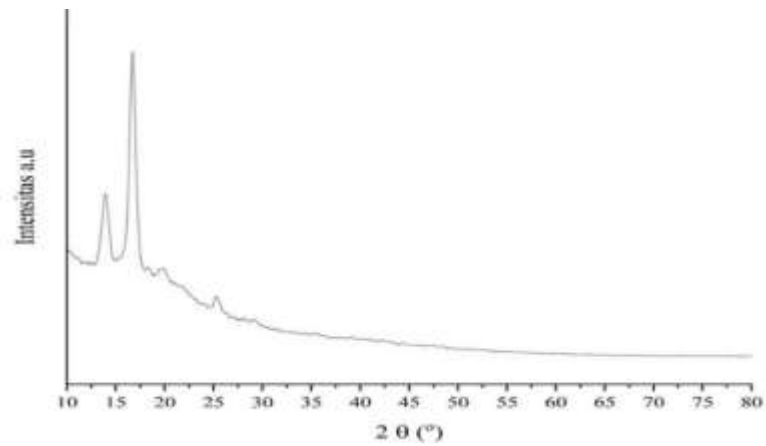


Gambar 4. Difraktogram komposit MgO/Ag/kitosan serta standar MgO dan Ag

Sampel membran komposit telah dibandingkan dengan pola difraksi standar untuk partikel-partikel MgO dan Ag. Sebagai rujukan untuk memastikan bahwa partikel *Inorganic Crystal Structure Database* (ICSD). Berdasarkan data dari ICSD tersebut, puncak-puncak karakteristik dari MgO berada pada daerah 2θ sebesar $37,08^\circ$; $43,08^\circ$; $62,52^\circ$; $62,54^\circ$; $74,98^\circ$; 75° . Sementara itu, Ag berada pada daerah 2θ sebesar $38,08^\circ$; $38,28^\circ$; $44,56^\circ$; $64,67^\circ$; $77,72^\circ$; $77,8^\circ$. Berdasarkan difraktogram ini, tampak bahwa semua sampel komposit tidak menunjukkan puncak-puncak karakteristik dari MgO maupun Ag. Ini disebabkan karena konsentrasi prekursor yang digunakan masih terlalu sedikit, padahal pada permukaan membran kitosan telah mengalami perubahan warna seperti yang tampak pada Gambar 1 dan terdapatnya butiran-butiran pada permukaan membran kitosan yang tampak pada Gambar 2. Pada difraktogram hanya tampak puncak-puncak karakteristik dari

kitosan yang berada pada daerah $2\theta = 13^\circ$, dan 18° seperti yang tampak pada Gambar 4.

Pada difraktogram komposit juga muncul puncak kitosan berada pada daerah $2\theta = 13^\circ$, dan 18° , seperti yang tampak pada Gambar 5.



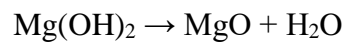
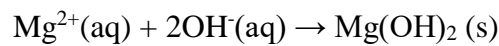
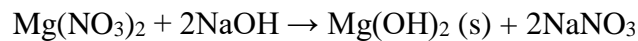
Gambar 5. Difraktogram kitosan

Berdasarkan nilai FWHM, data daerah 2θ –nya seperti tersaji pada Tabel 1 berikut ini

Tabel 1. Perbandingan Daerah 2θ

MgO (Standar) $2\theta(^{\circ})$	Ag (Standar) $2\theta(^{\circ})$	Sampel						
		kitosan $2\theta(^{\circ})$	kitosan/ MgO $2\theta(^{\circ})$	MgO-Ag- 0,05/kitosan $2\theta(^{\circ})$	MgO-Ag- 0,10/kitosan $2\theta(^{\circ})$	MgO-Ag- 0,15/kitosan $2\theta(^{\circ})$	MgO-Ag- 0,2/kitosan $2\theta(^{\circ})$	kitosan/Ag-0,05 $2\theta(^{\circ})$
37.08	38.08	13.9	14.02	13.9	13.9	13.9	14.0	13.9
43.08	38.28	16.7	16.8	16.7	16.7	16.7	16.8	16.6
62.52	44.56	18.3	20.3	19.8	18.4	25.4	25.3	18.3
62.54	64.67	19.8	25.0	25.3	19.8			19.6
74.98	77.72	25.4		29.1	25.3			25.4
75								29.2

Tabel 1 menunjukkan bahwa hanya pada daerah 2θ ini saja yang muncul pada data FWHM berdasarkan difraktogramnya. Ternyata, daerah 2θ tersebut adalah daerah 2θ dari kitosan. Oleh karena itu, ukuran partikel MgO dan Ag tidak dapat dihitung sehingga ukuran partikel MgO dan Ag tidak dapat diperoleh. Tidak munculnya daerah 2θ dari MgO dan Ag dapat disebabkan karena konsentrasi MgO dan Ag yang ditambahkan ke dalam komposit terlalu sedikit sehingga tidak muncul pada difraktogram. Atau kemungkinan lain adalah bukan MgO yang terbentuk pada permukaan kitosan melainkan senyawa lain, yaitu Mg(OH)₂ yang terbentuk pada proses kopresipitasi Mg(NO₃)₂ yang melekat pada permukaan kitosan (Gambar 3b,d), seperti pada reaksi berikut ini (Plank *et al.*, 2008).



5.1.3 Uji Aktivitas Antibakteri menggunakan komposit MgO-Ag/kitosan

Membran komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini, diuji aktivitas antibakterinya, yaitu terhadap bakteri Gram-negatif (*E.coli*) dan Gram-positif (*S.aureus*). Uji aktivitas antibakteri diukur berdasarkan daya hambat pertumbuhan bakteri (Bonang, 1992) dan hasil ujiannya tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Daya hambat bakteri terhadap sampel MgO/Ag/kitosan

Sampel	<i>E.coli</i>			<i>S.aureus</i>		
	Ulangan-1	Ulangan-2	Rata-rata	Ulangan-1	Ulangan-2	Rata-rata
Kitosan	0	0	0	0	0	0
kitosan/MgO	0	0	0	0	0	0
kitosan/Ag-0,05	3,45	4,8	4,12	6,35	5,9	6,125
MgO-Ag-0,05/kitosan	5,9	5,9	5,9	4,25	5,8	5,025
MgO-Ag-0,1/kitosan	6,45	5,95	6,2	4,8	5,4	5,1
MgO-Ag-0,15/kitosan	5,59	6,5	6,22	6,45	5,9	6,175
MgO-Ag-0,2/kitosan	6,95	6,4	6,7	6,05	6,45	6,7
Bubuk Ag	8,5	8,5	8,5	10	10	10
Bubuk MgO	8	8	8	8	8	8
Kontrol Positif	19,3	19,3	19,3	23,7	21,5	22,6
Kontrol Negatif	0	0	0	0	0	0

Berdasarkan tabel di atas, hasil pengukuran diameter zona hambat pada bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* diperoleh daya hambat bakteri terhadap bakteri

Escherichia coli dan *Staphylococcus aureus* memiliki hasil yang berbeda pada setiap konsentrasinya. Uji aktivitas antibakteri diawali dengan bakteri *E.coli* terhadap komposit. Ketika membran komposit kitosan/MgO digunakan tidak menghasilkan daya hambat. Sementara itu, ketika membran komposit kitosan/Ag digunakan, daya hambat rata-rata yang dihasilkan sebesar 4,12 mm. Informasi ini menunjukkan bahwa nanopartikel Ag lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan sel bakteri.

Bila membran komposit MgO-Ag/kitosan dengan variasi konsentrasi Ag yang berbeda maka daya hambat pertumbuhan bakteri yang dihasilkan juga berbeda-beda. Menggunakan membran komposit MgO-Ag-0,05/kitosan, daya hambat yang dihasilkan lebih rendah dan akan terus naik daya hambatnya hingga konsentrasi MgO-Ag-0,1/kitosan. Daya hambat naik karena konsentrasi Ag yang lebih tinggi. Namun ketika membran komposit kitosan/Ag-0,05 ternyata daya hambatnya relatif lebih rendah dibandingkan dengan komposit MgO-Ag-0,2/kitosan. Ini menunjukkan bahwa nanopartikel MgO memberikan sumbangan dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Selain itu, informasi ini menunjukkan bahwa komposit MgO-Ag/kitosan lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dibanding komposit kitosan/MgO dan komposit kitosan/Ag.

Selanjutnya uji aktivitas antibakteri membran komposit dengan bakteri *S.aureus* menunjukkan pola yang mirip dengan menggunakan uji terhadap bakteri *E.coli*. Ketika menggunakan membran komposit kitosan/MgO, tidak menghasilkan daya hambat bakteri, seperti halnya saat diuji pada bakteri *E.coli*. Bila menggunakan membran komposit kitosan/Ag daya hambat rata-ratanya sebesar 6,125 mm. Selanjutnya, bila menggunakan membran komposit MgO-Ag-0,05/kitosan dan komposit MgO-Ag-0,1/kitosan, daya hambat relatif lebih rendah dibanding menggunakan komposit kitosan/Ag. Namun, ketika konsentrasi Ag ditingkatkan, yaitu pada komposit MgO-Ag-0,15/kitosan dan komposit MgO-Ag-0,2/kitosan, daya hambatnya relatif meningkat. Informasi ini menunjukkan bahwa komposit MgO/Ag/kitosan lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus* yaitu pada penambahan massa prekursor Ag sebesar 0,15 g dan 0,2 g.

Bila dibandingkan dengan hasil uji sampel terhadap kedua jenis bakteri ini menunjukkan bahwa semua sampel komposit MgO/Ag/kitosan menghasilkan zona bening yang relatif lebih lebar pada uji dengan bakteri *E.coli* dibanding zona bening yang dihasilkan pada uji dengan bakteri *S.aureus*. Informasi ini menunjukkan bahwa komposit kitosan/MgO/Ag relatif lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli* dibanding terhadap bakteri *S.aureus*.

Kontrol negatif yang digunakan adalah aquades yang menunjukkan tidak adanya zona hambat. Hal ini mengindikasikan bahwa kontrol yang digunakan tidak berpengaruh pada uji antibakteri. Antibiotik yang digunakan sebagai pembanding atau kontrol positif adalah tablet Ciprofloxacin.

Menurut Jawetz *et al* (2005), Ciprofloxacin memiliki efek antibakteri yang besar (spektrum luas). Hasil penelitian menunjukkan bahwa diameter zona hambat yang dibentuk oleh tablet Ciprofloxacin lebih besar pada bakteri Gram positif *S. aureus* (22,55 mm) dibandingkan bakteri Gram positif *E. coli* (20,4 mm).

Luaran yang akan dicapai adalah mendaftarkan Paten Sederhana dan telah mendaftar pada Seminar Internasional Conference on Natural Sciences, Mathematics, Application, Research and Technology (ICON-SMART) yang akan dilaksanakan secara virtual lewat zoom pada tanggal 22-23 Oktober 2020 sebagai Pemakalah.

5.1.4 Aktivitas Fotokatalis MgO-Ag/kitosan

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 (*hv*) dalam menghasilkan radikal OH dan kontak radikal OH dengan zat warna *methylene blue* dalam proses degradasi.

Adapun proses perubahan *methylene blue* dengan adanya fotokatalis dan dibandingkan dengan tanpa fotokatalis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Variasi Waktu Penyinaran MB dengan kitosan/MgO-Ag

Sampel	Waktu (menit)	Absorbansi	Konsentrasi	%Degradasi
Kitosan	60	0,468	4,68	35,32
Kitosan/MgO	60	0,273	3,55	55,89
Kitosan/Ag	60	0,288	2,11	55,76
MgO-Ag-0,1/kitosan	60	0,145	2,08	61,59
MgO-Ag-0,15/kitosan	60	0,132	1.86	62,71
MgO-Ag-0,2/kitosan	60	0,096	1.69	66,29

Tabel di atas menunjukkan bahwa komposit MgO/Ag-0,2/kitosan menunjukkan aktivitas fotokatalis yang lebih baik dengan persen degradasi yang tertinggi sebesar 66,29%.

5.2 Luaran Yang Dicapai

5.2.1 Pendaftaran Paten Sederhana



KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
Jl. HR. Rasuna Said kav 8-9 Kuningan, Jakarta Selatan, 12940
Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611
Laman: <http://www.dgip.go.id> Surel: permohonan.paten@dgip.go.id

Nomor : HKI.3-KI.05.01.02.S00202008242 12 November 2020
Sifat : Biasa
Lampiran : 1 (satu) Berkas
Hal : Pemberitahuan Persyaratan Formalitas Telah Dipenuhi

Yth. Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus Unsrat, Manado

Dengan ini diberitahukan bahwa Permohonan Paten :

Tanggal Pengajuan	: 05 November 2020
(21) Nomor Permohonan	: S00202008242
(71) Pemohon	: Sentra KI Universitas Sam Ratulangi
(54) Judul Invensi	: METODE SINTESIS MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN/ NANOPARTIKEL MgO-Ag DAN APLIKASINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI
(30) Data Prioritas	:
(74) Konsultan HKI	:
(22) Tanggal Penerimaan	: 05 November 2020

Telah melewati tahap pemeriksaan formalitas dan semua persyaratan formalitas telah dipenuhi. Untuk itu akan dilakukan :

1. Pengumuman, segera 7 (tujuh) hari setelah 18 (delapan belas) bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas dalam hal Paten Biasa (Pasal 46 UU No 13 Tahun 2016); atau segera 7 (tujuh) hari setelah 3 bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas, dalam hal Paten Sederhana (Pasal 123 UU No 13 Tahun 2016).
2. Pemeriksaan Substantif segera setelah masa publikasi selesai dan pemohon telah mengajukan permohonan pemeriksaan substantif (Pasal 51 UU No 13 Tahun 2016).

Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Permohonan pemeriksaan substantif diajukan selambat-lambatnya 36 (tiga puluh enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten biasa dan selambat-lambatnya 6 (enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten sederhana, dengan disertai biaya sesuai yang tercantum pada PP No. 28 Tahun 2019
2. Tidak diajukan permohonan pemeriksaan substantif dalam jangka waktu yang ditentukan tersebut mengakibatkan permohonan paten ini dianggap ditarik kembali
3. Harap melakukan pembayaran kelebihan 0 buah klaim (@75.000) sebesar Rp. 0
4. Pembayaran tambahan biaya akibat kelebihan jumlah klaim, dilakukan selambat-lambatnya pada saat pengajuan pemeriksaan substantif. Apabila tambahan biaya tidak dibayarkan dalam jangka waktu sebagaimana dimaksud maka kelebihan jumlah klaim dianggap ditarik kembali (Pasal 18 ayat 4 Permenkumham no 38 tahun 2018)
5. Jumlah halaman deskripsi yang terbayar halaman (Bila halaman deskripsi lebih dari 30)

Catatan :



a.n Direktur Paten, Desain Tata Letak
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang
Kasubdit Permohonan dan Publikasi

Stephanie Valentina Yuyu Kano, S.H., M.H.
NIP. 196411081991032002

Tembusan:
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual.



KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
Jl. HR. Rasuna Said kav B-9 Kuningan, Jakarta Selatan, 12940
Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611
Laman: <http://www.dgip.go.id> Surel: permohonan.paten@dgip.go.id

BIBLIOGRAFI

- (54) Judul Invensi : METODE SINTESIS MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN/ NANOPARTIKEL MgO-Ag DAN APLIKASINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI
- (51) Klasifikasi (IPC) :
- (21) Nomor Permohonan : 500202008242
- (22) Tanggal Penerimaan : 05 November 2020
- (71) Yang mengajukan Permohonan Paten : Sentra KI Universitas Sam Ratulangi
- (72) Inventor : 1. Henry F. Arntonang
2. Dewa Gede Katja
3. Audy D. Wunbu
- (74) Konsultan HKI :
- (30) Data Prioritas :
Agar Diumumkan setelah :
tanggal :
No. Gambar yang menyertai :
abstrak pada saat :
pengumuman :

5.2.2 Mengikuti Seminar Internasional (Letter of Acceptance)



**International Conference on Natural Sciences, Mathematics,
Applications, Research, and Technology
(ICON-SMART) 2020**

FAKULTAS MIPA UNIVERSITAS SAM RATULANGI

Alamat : Fakultas MIPA Universitas Sam Ratulangi
Jl. Kampus UNSRAT, Kleak-Manado, Indonesia. 95115.
email: icon-smart@unsrat.ac.id, website : www.icon-smart.org



Manado, 18th October 2020

Dear:

Henry F. Aritonang
*Physical Chemistry Division,
Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sam Ratulangi University, Indonesia*

Thank you for your interest in the **International Conference on Natural Sciences, Mathematics, Applications, Research, and Technology (ICON-SMART 2020)** and submitting your Extended Abstract entitled:

“Chitosan/MgO/Ag Nanocomposite for Potential Antibacterial Application”

It is our pleasure to inform you that your paper based on your Extended Abstract has been accepted for presentation at the conference, which will be taking place virtually at Universitas Sam Ratulangi, Manado on 22-23 October 2020.

We hereby have the honor and pleasure of inviting you to present your paper in the conference.

Please do not hesitate to contact us if you need further information.

Looking forward to your participation in this conference.

Warm Regards,
Chairman of ICON-SMART 2020



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

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

- a. Sintesis komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan dilakukan dengan metode kopresipitasi.
- b. Ukuran rata-rata komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan kurang dari 100 nm.
- c. Komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan relatif menghambat pertumbuhan bakteri *E.coli*.

6.2 Saran

Penelitian mengenai sintesis komposit nanopartikel MgO-Ag/kitosan sebaiknya dilakukan lagi untuk variasi konsentrasi MgO yang ditambahkan untuk mengetahui efektivitasnya sebagai fotokatalis dan antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M & Khairurrijal. 2008. Karakterisasi Nanomaterial. *Jurnal Nanoscience dan Teknologi*. **2**: 1-6.
- Almerindo, F.D., Gizelle, I., Probst, E.M., Campos, R.M., Almeida., Simoni, M.P. Meneghetti, M.R., Meneghetti, J.M., & Humberto V. F. 2011. Magnesium oxide prepared via metal–chitosan complexation method: Application as catalyst for transesterification of soybean oil and catalyst deactivation studies. *Journal of Power Sources*. **196**: 8057– 8063.
- Atena, A.P., Roghayeh, A.K., Fatimah, A.B., & Jinap. 2018. Magnetik Absorben Graphene Oksida Novel Dimodifikasi dengan Chitosan untuk Simultan Pengurangan Mycotoxin. *Toxins*. **10**: 361.
- Balley, J.E., & Ollis, D.F. 1977. *Biocemical Engineering Fundamental*. Mc. Graw Hill Kogakusha. ITD : Tokyo.
- Bhuvaneshwari, S., Sruthi, D., Sivasubramanian, V., Niranjana kalyani & Sugunabai, J. 2007. Development And Characterization Of Chitosan Film. *International Journal of Engineering Research and Applications*. **1**: 292-299.
- Bonang, G. 1992. *Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan Edisi 16*. Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Dash M., Federica, C., Ottenbrite, R.M., and Chiellini E., 2011, Chitosan – A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications, *Progress in Polymer Science*, **36**(8): 981 – 1014.
- Delmifiana, B., & Astuti. 2013. Pengaruh Sonikasi terhadap Struktur dan Morfologi Nanopartikel Magnetik yang Disintesis dengan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Fisika Unand*. **2**(3). 186-189.
- Devi, C.W. 2009. *Sintesis dan Kajian Sifat Listrik Membran Kitosan dengan Variasi Konsentrasi Kitosan (Skripsi)*. IPB, FMIPA, Departemen Fisika : Bogor.
- Dhanya, A. and Aparna, K., 2016, Synthesis and Evaluation of TiO₂/Chitosan based hydrogel for the Adsorptional Photocatalytic Degradation of Azo and Anthraquinone Dye under UV Light Irradiation, *Procedia Technology*, **24**: 611–618.
- 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. *Spanyol Journal of Agricultural Research*. **8**. 103-108.
- Eko, P. 2013. Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. [Tesis]. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. 1-33
- Emin S., de Respinis, M.; Fanettia, M., Smith, W.A., Valanta, M., and Damb, B, 2015, A simple route for preparation of textured WO₃ thin films from colloidal W nanoparticles and their
- Ganaphati, K.R., Ashok, C.H., & Shilpa, C.H. 2013. Nanoscale Material in Chemistry. *International Journal of Science and Research*. **3**: 43-46.
- Guimaraes, P. A. 2009. Principles of Nanomagnetism. German : Springer.
- Hawab, H.M. 2005. *Toksisitas dan Kendala Penggunaan Kitin dan Kitosan Pada Bahan Makanan*. Prosiding Seminar Nasional Kitin Kitosan Bogor 16 Maret. 65-73.
- Jawetz, E., Melnick, J.L., & Adelberg, F.A. 2005. *Mikrobiologi Kedokteran*. Salemba Medika, Jakarta.

- Kaban, J. 2009. Modifikasi Kimia dari Kitosan dan Aplikasi Produk yang dihasilkan. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Bidang Kimia Organik Sintesis. Universitas Sumatera Utara : Medan.
- Kalaivani, R., Maruthupandy, M., Muneeswaran, T., Beevi, A.H., Anand, M., Ramakritinan, C.M., and Kamaraguru, A.K., 2018, Synthesis of chitosan mediated silver nanoparticles (Ag NPs) for potential antimicrobial applications, *Frontiers in Laboratory Medicine*, **2**(1): 30-35.
- Kim, Y. I., Kim, D., & Lee C. S. 2003. Synthesis and Characterization of Fe₂O₃/CoFe₂O₄ Magnetic Nanoparticles Prepared By Temperature-Controlled Coprecipitation Method. *Physica*. **337**: 42–51.
- Komang, T.A., Kartini., Johan, S., & Christina, A. 2019. *Physical Characteristics and Antibacterial Activity of Silver Nanoparticle from Green Synthesis Process using Aqueous Extract of Plantago major L.* *Pharm Sci Res.* **6**: 2.
- Koppenol, W.H., Stanbury, D.M., and Bounds, P.L., 2010, Electrode potential of partially reduced oxygen species, from dioxygen to water, *Free Radical Biology and Medicine*, **49**(3): 317-322.
- Maneerung, T., Tokura, S., & Rujiravanit, R. 2007. Impregnation of Silver Nanoparticles into Bacterial Cellulose for Antimicrobial Wound Dressing. *Carbohydrate Polymers*. **72**: 43-51.
- Monshi, A., Forouhu, M. R., & 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.
- Muljono, M. & Patrick, S. 2016. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Mayana Jantan (*coleus atropupureus benth*) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Streptococcus Sp.* Dan *Pseudomonas Sp.* *Jurnal e-Biomedik*. **4**: 96-98.
- Nguyen, Nhu-Y T., Grelling, N., Wetteland, C.L., Rosario, R. and Liu, H., 2018, Antimicrobial Activities and Mechanisms of Magnesium Oxide Nanoparticles (nMgO) against Pathogenic Bacteria, Yeasts, and Biofilms. *Scientific Reports*, **8**(1), Article number: 16260.
- Nithya, A., Jothivenkatachalam, K., 2015, Chitosan assisted synthesis of ZnO nanoparticles: an efficient solar light driven photocatalyst and evaluation of antibacterial activity, *J. Mater Sci: Mater Electron*, **26**(12): 10207-10216.
- Oller, I., Malato, S., and Sanchez-Perez, J.A., 2011, Combination of Advanced Oxidation Processes and Biological Treatments for Wastewater Decontamination-A review, *Science of The Total Environment*, **409**(20): 4141-4166.
- Pelczar, M.J., & Chan, ESC. 2008. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*. UI-Press : Jakarta.
- Peni, Alpionita. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Magnesium Oksida (MgO) dengan variasi Massa PEG-6000. *Jurnal Fisika Unand*. **4**: 2.
- Plank, N.O.V., Snaith, H.J., Ducati, C., Bendal, J.S., Schmidt, L., & Welland, M.E. 2008. A Simple low temperature synthesis route for ZnO-MgO core-shell nanowires. *Nanotechnology*. **19**: 46.
- Pradip, K.D, Joydeep, D. & V S Tripathi. 2004. Chitin And Chitosan: Chemistry, Properties And Applications. *Journal of Scientific & Industrial Research*. **63**: 20-31.
- Ratnasari & Dina. 2009. *X-Ray Diffraction (XRD)*. UIN Press : Surabaya.
- Sayilkan, F. and Emre, F.B., 2016, Characterization and photocatalytic properties of TiO₂/chitosan nanocompositessynthesized by hydrothermal process, *Turkish J Chem*, **40**: 28-37.
- Scaife, D. E., 1980, Oxide Semiconductor in Photoelectrochemical Conversion of Solar Energy. *Solar Energy*, **25**(1): 41-54.
- Smallman, R.E, & Bishop R.J. 1999. *Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering Science, Process, Application Sixth Edition*. Butterworth-Heinemann : New York.

- Smallman, R. E., & Bishop, R. J. 2000. *modern physical metallurgy and materials engineering*, Hill International Book Company: New York.
- Sutanto, H., & Sistesya, D., 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.
- Tang, Z. X. & Lv, B. F. 2014. MgO nanoparticles as antibacterial agent: preparation and activity. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. **31**. 591–601.
- Tipler, P.A. 1996. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid 2*. Erlangga : Jakarta.
- Vipin, B., Pramod, K., Ninin, S., Om, P.P., Rishabia, M., & Sharma. 2011. Applications of Chitosan and Chitosan Derivatives in Drug Delivery. *Advances In Biological Research*. **5(1)**: 28-37.
- Wahyuni, S., Apriandanu, D. O. B., Hadisaputro, S., dan Harjono. 2013. Sintesis Nanopartikel Perak Menggunakan Metode Poliol Dengan Agen Stabilisator Polivinilalkohol (PVA). *Jurnal MIPA*. **36(2)** : 157-168.
- Wang, D., Guo, Z., Peng, Y., and Yuan, W., 2015, Visible light induced photocatalytic overall water splitting over micro-SiC driven by the Z-scheme system, *Catalysis Communications*, **61**: 53–56.
- Zeyneb, C., Sema, E., Sabriye & Yusan. 2012. Magnesium Oxide Nanoparticles: Preparation, Characterization, and Uranium Sorption Properties. *Environmental Progres & Sustainable Energy*. **31(4)**: 536-543.

Lampiran

1. Surat Tugas Penelitian



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

SURAT TUGAS

Nomor : 761 /UN12.13/LTPNBP/2020

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

1. Nama : Dr HENRY FONDA ARITONANG SSI., M.Si
NIP : 197112072000031001
Pangkat/Gol : Pembina / IV/a
Jabatan : Lektor Kepala
2. Nama : Dr DEWA GEDE KATJA M.Si
NIP : 196012201986121001
Pangkat/Gol : Pembina Tingkat I / IV/b
Jabatan : Lektor Kepala
3. Nama : Ir. AUDY DENNY WUNTU M.Si
NIP : 196912211994021001
Pangkat/Gol : Pembina / IV/a
Jabatan : Lektor Kepala

Untuk melaksanakan Kegiatan Penelitian Skim: RISET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT yang di dani oleh dana DRPM Kemenristek/BRIN dengan judul : "Sintesis Komposit Nanopartikel MgO-Ag/kitosan dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis dan Antibakteri".
Demikian surat tugas ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Manado, 01 April 2020

Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian
Kepada Masyarakat

Prof. Dr. Ir. Charles L. Kaunang, MS
NIP: 195910181986031002

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN
 KEBUDAYAAN SEKRETARIAT /DIREKTORAT/
 INSPEKTORAT JENDERAL DIREKTORAT
 JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI



Lembar Ke :
 Kode Nomor :
 Nomor :

SURAT PERINTAH PERJALANAN DINAS

1.	Pejabat berwenang yang memberi perintah	KETUA LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS SAM RATULANGI
2.	Nama Pegawai Yang diperintah	Nama : Dr HENRY FONDA ARITONANG SSL, M.Si NIP : 197112072000031001
3.	a. Pangkat dan Golongan menurut PP No.6 tahun 1997 b. Jabatan c. Gaji Pokok d. Tingkat menurut Peraturan Perjalanan Dinas	a. b. Lektor Kepala c. d.
4.	Maksud Perjalanan Dinas	Untuk melaksanakan kegiatan penelitian sdim: RESET TERAPAN UNGGULAN UNSRAT, yang di dani oleh DRPM Kemendiknas/BRIN dengan judul "Sintesis Komposit Nanopartikel MgO-Ag/kitosan dan Aplikasinya Sebagai Fotokatalis dan Antibakteri".
5.	Alat angkut yang diperlukan	
6.	a. Tempat Berangkat b. Tempat Tujuan	a. b.
7.	a. Lama perjalanan Dinas b. Tanggal Berangkat c. Tanggal harus kembali	a. b. c.
8.	Pengikut : Nama : Umur : 1. 2.	Hubungan Keluarga/Keterangan Anggota Tim
9.	Pembebanan Anggaran : a. Instansi b. Mata Anggaran	a. Dibebankan pada anggaran yang tersedia b.
10.	Keterangan Lain	

Dikeluarkan di : Manado
 Pada Tanggal : 01 April 2020
 Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian
 Kepada Masyarakat


Handwritten signature
 Prof. Dr. Ir. Charles I. Kaunang, MS
 NIP: 195910181986031002

I.		Berangkat dari : Manado, Pada Tanggal : Ke : Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  <u>Prof. Dr. Ir. Charles I. Kaunang, MS</u> NIP: 195910181986031002
II.	Tiba di: Pada tanggal: Kepala :	Berangkat dari: Pada tanggal: Kepala :
III.	Tiba di: Pada tanggal: Kepala :	Berangkat dari: Pada tanggal: Kepala :
IV.	Tiba di: Pada tanggal: Kepala :	Berangkat dari: Pada tanggal: Kepala :
V.	Tiba di: Pada tanggal: Kepala :	Berangkat dari: Pada tanggal: Kepala :
VI.	Tiba di: Pada tanggal: Kepala :	Telah diperiksa, dengan keterangan bahwa perjalanan tersebut diatas benar dilakukan atas perintahnya Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat  <u>Prof. Dr. Ir. Charles I. Kaunang, MS</u> NIP: 195910181986031002

PERHATIAN

Pejabat yang berwenang menerbitkan SKPD, 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 edaran Menteri keuangan tanggal 3 April 1979, No. S.247/MK.03/1979.

2. Produk Penelitian



3. Pendaftaran Paten Sederhana



KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
Jl. HR. Rasuna Said kav 8-9 Kuningan, Jakarta Selatan, 12940
Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611
Laman: <http://www.dgip.go.id> Surel: permohonan.paten@dgip.go.id

Nomor : HKI.3-KI.05.01.02.S00202008242 12 November 2020
Sifat : Biasa
Lampiran : 1 (satu) Berkas
Hal : Pemberitahuan Persyaratan Formalitas Telah Dipenuhi

Yth. Universitas Sam Ratulangi

Jl. Kampus Unsrat, Manado

Dengan ini diberitahukan bahwa Permohonan Paten :

Tanggal Pengajuan	: 05 November 2020
(21) Nomor Permohonan	: S00202008242
(71) Pemohon	: Sentra KI Universitas Sam Ratulangi
(54) Judul Inovasi	: METODE SINTESIS MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN/ NANOPARTIKEL MgO-Ag DAN APLIKASINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI
(30) Data Prioritas	:
(74) Konsultan HKI	:
(22) Tanggal Penerimaan	: 05 November 2020

Telah melewati tahap pemeriksaan formalitas dan semua persyaratan formalitas telah dipenuhi. Untuk itu akan dilakukan :

1. Pengumuman, segera 7 (tujuh) hari setelah 18 (delapan belas) bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas dalam hal Paten Biasa (Pasal 46 UU No 13 Tahun 2016); atau segera 7 (tujuh) hari setelah 3 bulan sejak tanggal penerimaan atau tanggal prioritas, dalam hal Paten Sederhana (Pasal 123 UU No 13 Tahun 2016).
2. Pemeriksaan Substantif segera setelah masa publikasi selesai dan pemohon telah mengajukan permohonan pemeriksaan substantif (Pasal 51 UU No 13 Tahun 2016).

Selain itu hal-hal yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut :

1. Permohonan pemeriksaan substantif diajukan selambat-lambatnya 36 (tiga puluh enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten biasa dan selambat-lambatnya 6 (enam) bulan sejak tanggal penerimaan untuk permohonan paten sederhana, dengan disertai biaya sesuai yang tercantum pada PP No. 28 Tahun 2019
2. Tidak diajukan permohonan pemeriksaan substantif dalam jangka waktu yang ditentukan tersebut mengakibatkan permohonan paten ini dianggap ditarik kembali
3. Harap melakukan pembayaran kelebihan 0 buah klaim (@75.000) sebesar Rp. 0
4. Pembayaran tambahan biaya akibat kelebihan jumlah klaim, dilakukan selambat-lambatnya pada saat pengajuan pemeriksaan substantif. Apabila tambahan biaya tidak dibayarkan dalam jangka waktu sebagaimana dimaksud maka kelebihan jumlah klaim dianggap ditarik kembali (Pasal 18 ayat 4 Permenkumham no 38 tahun 2018)
5. Jumlah halaman deskripsi yang terbayar halaman (Bila halaman deskripsi lebih dari 30)

Catatan :



a.n Direktur Paten, Desain Tata Letak
Sirkuit Terpadu dan Rahasia Dagang
Kasubdit Permohonan dan Publikasi

Stephanie Valentina Yuyu Kano, S.H., M.H.
NIP. 196411081991032002

Tembusan:
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual.



KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA
REPUBLIK INDONESIA
DIREKTORAT JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL
Jl. HR. Rasuna Said kav B-9 Kuningan, Jakarta Selatan, 12940
Telepon: (021) 57905611 Faksimili: (021) 57905611
Laman: <http://www.dgip.go.id> Surel: permohonan.paten@dgip.go.id

BIBLIOGRAFI

- (54) Judul Invensi : METODE SINTESIS MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN/ NANOPARTIKEL MgO-Ag DAN APLIKASINYA SEBAGAI ANTIBAKTERI
- (51) Klasifikasi (IPC) :
- (21) Nomor Permohonan : 500202008242
- (22) Tanggal Penerimaan : 05 November 2020
- (71) Yang mengajukan Permohonan Paten : Sentra KI Universitas Sam Ratulangi
- (72) Inventor : 1. Henry F. Artonang
2. Dewa Gede Katja
3. Audy D. Wuntu
- (74) Konsultan HKI :
- (30) Data Prioritas :
Agar Dijumuhkan setelah :
tanggal :
No. Gambar yang menyertai :
abstrak pada saat :
pengumuman :

