

## MAKALAH PENDAMPING : PARALEL E



**SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA IV**  
"Peran Riset dan Pembelajaran Kimia dalam Peningkatan Kompetensi  
Profesional"  
Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 31 Maret 2012



### **SINTESIS CHITOSAN MODIFIED CARBOXIMETHYL (CS-MCM) DAN APLIKASINYA SEBAGAI AGEN ANTIBAKTERI PADA KERTAS PEMBUNGKUS MAKANAN**

**Ira Novita Sari<sup>1\*</sup>, Wiad Rosyana<sup>2\*</sup> dan Agung Nugroho C.S<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa S1 Prodi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia  
([www.kimia.fkip.uns.ac.id](http://www.kimia.fkip.uns.ac.id))

<sup>2</sup>Mahasiswa S1 Prodi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia  
([www.kimia.fkip.uns.ac.id](http://www.kimia.fkip.uns.ac.id))

<sup>3</sup>Dosen Prodi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia  
([www.kimia.fkip.uns.ac.id](http://www.kimia.fkip.uns.ac.id))

\*Keperluan korespondensi: <sup>1</sup>085640848438 email: [irranoph@yahoo.com](mailto:irranoph@yahoo.com), <sup>2</sup>085283414826 email  
: [waead\\_zyazya@yahoo.co.id](mailto:waead_zyazya@yahoo.co.id)

#### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis senyawa turunan *Chitosan* yaitu *Chitosan Modified Carboximethyl (CS-MCM)* dan digunakan sebagai agen antibakteri pada kertas pembungkus makanan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan mensintesis *Chitosan* menjadi *Chitosan Modified Carboximethyl (CS-MCM)* kemudian dikombinasikan dengan melapiskan *Chitosan Modified Carboximethyl (CS-MCM)* pada kertas pembungkus makanan menggunakan teknik pencelupan (*dip-coating*). Variabel kontrol yang digunakan adalah variasi konsentrasi *Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM)*, variasi waktu pencelupan dan variasi jumlah pencelupan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM)* dapat dikombinasikan dengan kertas pembungkus makanan. Kertas pembungkus makanan yang terlapisi *CS-MCM* memiliki kapasitas daya hambat bakteri selama 3 hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa sintesis dari *Chitosan* menjadi *Chitosan Modified Carboximethyl (CS-MCM)* dapat diaplikasikan pada pembuatan pembungkus antibakteri.

**Kata Kunci :** *Chitosan, CS-MCM, Pembungkus Antibakteri*

#### **PENDAHULUAN**

Plastik sudah menjadi bagian keseharian manusia. Desain kemasan yang menarik serta fungsinya yang serba guna menjadi salah satu alasan mengapa plastik digemari oleh masyarakat. Namun materi yang digunakan plastik dalam pembungkus makanan akan berdampak buruk dan berbahaya bagi kesehatan dan sulit terbiodegradabel. Oleh karena itu saat ini masyarakat mulai beralih menggunakan pembungkus makanan berbahan dasar kertas. Kertas merupakan bahan yang mempunyai beberapa sifat unggul, antara lain : ekonomis, bersifat *recycle* dan fleksibel

dalam perekaan bentuk yang sulit ditiru. Perkembangan terakhir di bidang teknologi pengemasan adalah pengembangan suatu kemasan yang bersifat antibakteri (*Antibacterial packaging*) dan biodegradabel. Alternatif yang dapat dilakukan adalah pembuatan biokomposit dengan penambahan bahan yang memiliki sifat antibakteri dan biodegradabel. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan antibakteri adalah *chitosan*. Dalam penelitian ini akan dikaji proses sintesis *chitosan* menjadi *chitosan modified carboxymethyl (CS-MCM)* dan proses pelapisan *CS-MCM* pada kertas pembungkus makanan serta uji antibakteri pada kertas terlapisi *CS-MCM*.

## PROSEDUR PERCOBAAN

1. **Bahan** : Chitosan, HCl, akuades, NaOH, asam monokloroasetat, asam asetat, methanol

### 2. Sintesis Chitosan modified carboximethyl (CS-MCM)

Chitosan dilarutkan dalam 100 mL larutan NaOH 20% dan diaduk selama 15 menit. Selanjutnya 15 ml larutan asam monokloroasetat ditambahkan kedalam larutan chitosan dan mengaduknya selama 2 jam pada suhu 40 °C. Kemudian campuran larutan chitosan-monokloroasetat dinetralkan dengan larutan asam asetat 10%, dituangkan kedalam larutan methanol 70% berlebih, menyaringnya dan mencucinya dengan methanol. Produk chitosan modified carboxymethyl yang diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 55°C selama 8 jam.

#### Pembuatan larutan chitosan.

Larutan chitosan dibuat dengan cara memasukkan serbuk chitosan dalam larutan asam asetat 3% kemudian diaduk dengan menggunakan pengaduk magnetik selama 24 jam pada suhu kamar sehingga diperoleh larutan kitosan yang homogen. Larutan chitosan yang diperoleh ini selanjutnya dijadikan sebagai larutan induk. Larutan induk ini kemudian dibagi lagi menjadi beberapa bagian dan setiap bagiannya diencerkan lagi dengan menambahkan larutan asam asetat 3% sehingga diperoleh beberapa larutan kitosan dengan konsentrasi 1 %, 2%, 3%, 4 %, 5%.

#### Pelapisan chitosan pada substrat kertas

Proses pelapisan chitosan pada kertas dilakukan dengan teknik pencelupan (*dip-coating*). Kertas yang berukuran 20 x 20 cm<sup>2</sup> dicelupkan ke dalam larutan chitosan sampai semua bagian kertas terendam dengan variasi waktu perendaman adalah 1 menit, 2 menit, 3 menit, 4 menit, 5 menit, kemudian kertas diangkat dan dibiarkan selama 3 menit dengan tujuan kertas agak kering dan larutan chitosan yang menetes telah habis. Setelah 3 menit berlalu, kertas kemudian dicelupkan lagi ke dalam larutan chitosan sampai terendam semua dan diangkat kembali kemudian dibiarkan selama 3 menit.

Proses selanjutnya adalah pencelupan kertas ke dalam larutan chitosan dengan variasi sebanyak 3 kali, 4 kali dan 5 kali., kertas kemudian diangin-anginkan di udara terbuka minimal 30

menit sampai kertas agak kering dan larutan chitosan tidak menetes lagi. Tahap berikutnya adalah pengeringan, yaitu mengeringkan kertas dalam oven pada temperatur 60 °C selama 10 menit dengan tujuan untuk menguapkan air.

### 3. Karakterisasi Chitosan modified carboximethyl (CS-MCM) dan kertas terlapisi Chitosan modified carboximethyl (CS-MCM)

#### Analisis IR

Chitosan hasil preparasi, chitosan modified carboximethyl (CS-MCM), kertas terlapisi chitosan modified carboximethyl (CS-MCM) dalam berbagai variasi konsentrasi dikarakterisasi dengan menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengetahui gugus-gugus fungsi karakteristik chitosan.

#### Analisis kristalinitas

Kristalinitas chitosan, chitosan modified carboximethyl (CS-MCM) dan kertas terlapisi chitosan modified carboximethyl (CS-MCM) ditentukan dengan menggunakan XRD.

### 4. Uji Antibakteri Kertas Pembungkus Makanan Terlapisi Chitosan Modified Carboximethyl (CS-MCM)

Pada tahap ini dilakukan uji antibakteri terhadap kertas terlapisi Chitosan Modified Carboximethyl (CS-MCM) untuk mengetahui apakah chitosan yang bersifat antibakteri telah benar-benar menempel pada permukaan kertas.

Parameter telah menempelnya chitosan pada kertas dimonitor dengan besarnya prosentase daya hambat pertumbuhan bakteri pada makanan yang dibungkus kertas terlapisi chitosan dibandingkan dengan kertas tanpa dilapisi chitosan dan media control.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Chitosan merupakan produk alamiah yang merupakan turunan polisakarida Chitin yang bisa dibuat dari cangkang kepiting ataupun kulit udang. Chitosan memiliki berbagai macam sifat unggul seperti bersifat antibakteri. Chitosan dapat diingkatkan daya gunanya dengan mensintesis Chitosan tersebut dengan menjadi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM). Proses sintesis tersebut adalah dengan caramelarutkan Chitosan dengan NaOH 20% dan diaduk selama 15 menit, kemudian menambahkan larutan asam monokloroasetat dan diaduk selama 2 jam pada suhu 40 °C. Setelah itu

larutan dinetralkan dengan larutan asam asetat 10% yang telah dituangkan dalam larutan methanol 70% berlebih kemudian disaring dan dicuci dengan methanol. Tahap terakhir adalah pengeringan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) pada suhu 55 °C selama 8 jam.

Dengan mengetahui kemampuan chitosan yang memiliki sifat antibakteri maka peneliti mencoba untuk mengkombinasikan Chitosan yang telah disintesis menjadi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) dengan kertas pembungkus makanan. Proses kombinasi dilakukan dengan mencelupkan kertas pembungkus makanan ke dalam larutan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) dengan variasi konsentrasi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) sebanyak 1%, 2%, 3%, 4%, 5% dan variasi waktu pencelupan sebanyak 3 menit, 4 menit, 5 menit, 6 menit, 7 menit dan 8 menit serta variasi jumlah pencelupan yang dilakukan adalah selama 2 kali, 3 kali, 4 kali pencelupan.

Dari hasil penelitian didapatkan kondisi maksimum untuk mendapatkan kertas pembungkus makanan antibakteri terbaik adalah kondisi dimana kertas dikombinasikan dengan larutan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) dengan konsentrasi 1% dan direndam selama 3 menit serta dicelupkan selama 2 kali. Kertas antibakteri ini memiliki daya hambat bakteri selama 3 hari. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel dalam gambar 1.

Dapat diketahui bahwa kertas yang telah dilapisi dengan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) memiliki kapasitas daya hambat bakteri lebih besar dibanding dengan kertas pembungkus makanan biasa. Kapasitas maksimum yang diperoleh adalah selama 3 hari. Hal ini jauh lebih baik dibanding dengan kertas pembungkus makanan tanpa dilapisi dengan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) yang hanya memiliki daya hambat bakteri selama 1 hari.

Penggunaan kertas pembungkus makanan terlapis Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) memiliki beberapa keuntungan diantaranya dapat mengatasi permasalahan penyimpanan makanan dalam jangka lebih lama. Selain itu kertas pembungkus makanan bersifat antibakteri ini memiliki berbagai keunggulan diantaranya bersifat ekonomis, bersifat recycle dan bersifat biodegradable yang tentunya dapat mengurangi permasalahan menumpuknya

sampah plastik yang sulit terurai menjadi komponen-komponennya.

#### Analisis gugus fungsi dengan spektroskopi FTIR

Kitosan hasil preparasi dikarakterisasi dengan menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengetahui gugus-gugus fungsi karakteristiknya. Spektra IR kitin dan kitosan disajikan dalam Gambar 2.

Pada spektra IR kitosan, muncul puncak serapan pada bilangan gelombang 3448,72 cm<sup>-1</sup> menunjukkan serapan vibrasi ulur -OH yang tumpang tindih dengan vibrasi ulur -NH<sup>[1]</sup>. Melebarnya puncak serapan pada bilangan gelombang 3448,72 cm<sup>-1</sup> menunjukkan telah terjadinya proses deasetilasi. Puncak serapan pada bilangan gelombang 2916,37 cm<sup>-1</sup> mempunyai intensitas lebih lemah daripada 2924,09 cm<sup>-1</sup> menunjukkan telah hilangnya sebagian gugus asetil akibat proses deasetilasi dengan basa kuat konsentrasi tinggi. Kemunculan serapan pada bilangan gelombang 1543,05 cm<sup>-1</sup> yang merupakan serapan vibrasi amida II (tekuk -NH) menunjukkan telah terjadinya proses deasetilasi karena serapan tersebut mendekati serapan 1590 cm<sup>-1</sup> yang merupakan pita serapan gugus amina pada kitosan.

Berdasarkan analisis gugus fungsi pada Gambar 2, ternyata pada spektra IR kitin dan kitosan menunjukkan munculnya serapan-serapan karakteristik dari kitin dan kitosan. Oleh karena itu, disimpulkan bahwa produk hasil preparasi pada penelitian ini adalah kitosan. Pada spectra IR CS-MCM terdapat beberapa puncak yang mengalami pergeseran namun masih menunjukkan adanya gugus-gugus seperti pada gugus chitosan walau jumlahnya lebih sedikit akibat proses deasetilasi.

#### Analisis Kristalinitas dengan XRD

Kristalinitas Chitosan, Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) dan kertas pembungkus makanan terlapis Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) dianalisis dengan metode difraksi sinar-X. Intensitas puncak pada difraktogram XRD suatu sampel menunjukkan kristalinitas, semakin tinggi dan runcing puncak difraktogram maka kristalinitasnya semakin tinggi. Puncak yang melebar menunjukkan sifat amorf dari sampel. Posisi sudut difraksi (2θ) dan jarak antar bidang (d) akan menggambarkan jenis kristal. Difraktogram hasil analisis XRD dari CS-MCM, dan kertas pembungkus makanan terlapis CS-MCM disajikan pada Gambar 3.

Sifat kristalinitas Chitosan, CS-MCM

dan kertas pembungkus makanan terlapisi CS-MCM dapat dilihat dari bentuk difraktogram XRD. Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa difraktogram XRD pada Chitosan memperlihatkan adanya puncak-puncak difraksi di sekitar  $2\theta = 10^\circ$  dan  $20^\circ$  yang merupakan puncak-puncak karakteristik Chitosan<sup>[2]</sup> Chitosan dengan puncak difraksi pada  $2\theta = 10^\circ$  dan  $20^\circ$ <sup>[3]</sup> berbentuk terhidrat dan bersifat semikristalin. Difraktogram Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) mirip dengan difraktogram Chitosan yang berarti menunjukkan bahwa Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) juga Chitosan berbentuk terhidrat dan bersifat semikristalin. Chitosan merupakan polimer semikristalin dan kristalinitasnya sangat dipengaruhi oleh kekuatan ikatan hidrogen intermolekuler dan intramolekuler dalam rantai. Adanya interaksi intramolekuler menyebabkan keteraturan bidang molekul Chitosan, sedangkan interaksi intermolekuler menyebabkan keteraturan rantai polimer<sup>[4]</sup>. Interaksi intermolekuler dan intramolekuler Chitosan disajikan pada Gambar 4.

Pada difraktogram Chitosan puncak di  $2\theta = 15^\circ$ - $25^\circ$  lebih lebar dibandingkan pada Chitosan Modified Carboxymethyl (CM-MCM) yang menunjukkan Chitosan lebih amorf atau kurang bersifat kristalin dibandingkan dengan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM). Hal ini menunjukkan telah terjadinya proses deasetilasi. Sifat amorf pada Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) inilah yang nantinya diharapkan dapat mendukung proses pelapisan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) pada kertas pembungkus makanan untuk dijadikan kertas pembungkus makanan antibakteri.

Difraktogram kertas pembungkus makanan terlapisi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) memiliki puncak-puncak yang berada pada  $2\theta$  yang berbeda dengan puncak-puncak pada Chitosan dan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM). Hal ini menunjukkan kalau kertas pembungkus makanan terlapisi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) mempunyai komposisi penyusun dan struktur kimia yang berbeda dengan Chitosan dan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM). Puncak-puncak yang tampak pada difraktogram kertas pembungkus makanan terlapisi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) dimungkinkan disebabkan oleh keberadaan kristal-kristal mineral kalsium seperti kalsium karbonat dan kalsium fosfat. Puncak dengan intensitas tinggi di  $2\theta = 20^\circ$  yang merupakan puncak-puncak difraksi

kalsium karbonat, sedangkan puncak di  $2\theta = 26,48^\circ$  merupakan puncak difraksi kalsium fosfat<sup>[5]</sup>.

Berdasarkan data difraktogram dapat dinyatakan bahwa Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) termasuk kategori Chitosan karena mempunyai puncak yang sama dengan puncak-puncak karakteristik Chitosan, sedangkan kertas pembungkus makanan terlapisi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) juga memiliki puncak-puncak karakteristik Chitosan tetapi muncul puncak yang lebih tajam di  $2\theta = 20^\circ$  - $26,48^\circ$ . Oleh karena itu, kertas pembungkus makanan terlapisi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) mengandung Chitosan karena menunjukkan ciri-ciri karakteristik Chitosan. Dapat disimpulkan pula bahwa kertas pembungkus makanan terlapisi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) mempunyai struktur kimia seperti Chitosan dan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) sehingga untuk selanjutnya dapat dipergunakan sebagai kertas pembungkus makanan bersifat antibakteri.

## KESIMPULAN

1. Proses sintesis chitosan menjadi Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) adalah dengan caramelarkan Chitosan dengan NaOH 20% dan diaduk selama 15 menit, kemudian menambahkan larutan asam monoklorosetat dan diaduk selama 2 jam pada suhu  $40^\circ\text{C}$ . Setelah itu larutan dinetralkan dengan larutan asam asetat 10% yang telah dituangkan dalam larutan methanol 70% berlebih kemudian disaring dan dicuci dengan methanol. Tahap terakhir adalah pengeringan Chitosan Modified Carboxymethyl (CS-MCM) pada suhu  $55^\circ\text{C}$  selama 8 jam.
2. Kertas pembungkus makanan dapat dilapisi dengan Chitosan daya hambat bakteri kertas selama 3 hari.
3. Kondisi optimum yang dibutuhkan untuk memperoleh kertas pembungkus makanan antibakteri adalah kondisi dimana kertas dikombinasikan dengan larutan (CS-MCM) dengan konsentrasi 1% dan direndam selama 3 menit serta dicelupkan selama 2 kali.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam menulis laporan inipeneliti mengucapkan terima kasih kepada : Dra. Bakti Mulyani, M.Si selaku Ketua Program Kimia, Lina Mahardiani, S.T.,M.Mselaku

Ketua Laboratorium Program Kimia, Agung Nugroho C.S, S.Pd., M.Sc selaku dosen pembimbing, DIPA PNPB LPPM UNS yang telah membiayai penelitian ini serta semua pihak yang telah membantu peneliti dalam penelitian ini.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Velde, K. V. and Kiekens, P., 2004, Structure Analysis and Degree of Substitution of Chitin, Chitosan and Dibutylchitin by FT-IR spectroscopy and solid state <sup>13</sup>C NMR, *Carbohydr. Polym.*, 58, 409-416.
- [2] Cervera, M. F., Heinamaki, J., Rasanen, M., Maunu, S. L., Karjalainen, M., Acosta, O. M. N., Colarte, A. I. and Yliruusi, J., 2004, *Solid-state Characterisation of Chitosans Derived from Lobster Chitin*, *Carbohydr. Polym.*, 58, 401-408.
- [3] Ogawa, K. and Yui, T., 1993, Crystallinity of Partially N-acetylated Chitosan, *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, 57, 9, 1466-1469.
- [4] Champagne, L. M., 2008, *The Synthesis of Water Soluble N-Acyl Chitosan Derivates for Characterization as Antibacterial Agents*, Disertation, Departement of Chemistry, Louisiana State University.
- [5] Camargo, N. H. A., Soares, D. and Gemeli, E., 2007, Elaboration and Characterization of Nanostructure Biomaterial for Biomedical Application, *Mater. Res.*, 2, 10, 5-6.

## LAMPIRAN

NO	HARI KE	DATA PENGAMATAN
1	1	Baik
2	2	berjamur, berlendir, bau
3	3	Busuk
4	4	Busuk

(i)

NO	A	B	C	D	E
1.2	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
2.2	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
3.2	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
4.2	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
5.2	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
1.3	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
2.3	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
3.3	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
4.3	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
5.3	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
1.4	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
2.4	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
3.4	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
4.4	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
5.5	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik

(ii)

NO	A	B	C	D	E
1.2	Berlendir,bau	Baik	Baik	Berlendir	Berlendir
2.2	Baik	Jamur	Baik	Berlendir	Berlendir
3.2	Baik	Bau,berlendir	Berlendir	Berlendir	Baik
4.2	Baik	Jamur,berlendir	Berlendir	Baik	Berlendir
5.2	Berlendir,bau	Baiik	Berlendir	Berlendir	Sedikit jamur
1.3	Baik	Berbau	Berlendir	Berlendir	Jamur
2.3	Sedikit berbau	Berlendir	Bau,jamur	Jamur	Busuk
3.3	Baik	Baik	Berlendir	Baik	Baik
4.3	Baik	Berlendir	Busuk	Baik	Baik
5.3	Busuk	Berlendir	Busuk	Sedikit jamur	Jamur
1.4	Baik	Berlendir	Berlendir	Berlendir	Busuk
2.4	Baik tetapi bau	Berlendir	Baik	Bau	Busuk
3.4	Baik	Baik	Baik	Busuk	Bau
4.4	Berlendir	Baik	Busuk	Jamur	Busuk
5.5	Bau,berlendir	Busuk	Jamur	Jamur	Baik

(iii)

NO	A	B	C	D	E
1.2	Berlendir,bau	Bau	Jamur	Berlendir	Berlendir
2.2	Jamur	Jamur	Berlendir	Berlendir	Busuk
3.2	Baik	Bau,berlendir	Berlendir	Berlendir	Jamur
4.2	Jamur	Jamur,berlendir	Berlendir	Busuk	Berlendir
5.2	Berlendir,bau	Baik,sedikit bau	Berlendir	Berlendir	Sedikit jamur
1.3	Busuk	Berbau	Berlendir	Berlendir	Jamur
2.3	Busuk	Berlendir	Bau,jamur	Jamur	Busuk
3.3	Busuk	Busuk	Berlendir	Jamur	Berlendir
4.3	Jamur	Berlendir	Busuk	Busuk	Jamur
5.3	Busuk	Berlendir	Busuk	Sedikit jamur	Jamur
1.4	Jamur	Berlendir	Berlendir	Berlendir	Busuk
2.4	Baik tetapi bau	Berlendir	Busuk	Bau	Busuk
3.4	Jamur,bau	Jamur	Busuk	Busuk	Bau
4.4	Berlendir	Busuk	Busuk	Jamur,berair	Busuk
5.5	Busuk	Busuk	Jamur	Jamur	Jamur

(iv)

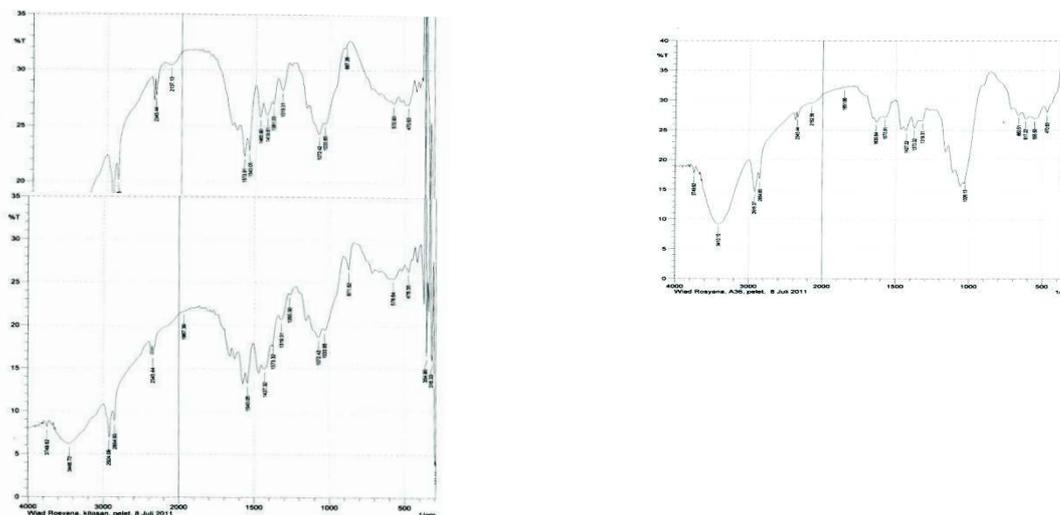
NO	A	B	C	D	E
1.2	Berlendir,bau	Bau	Jamur	Berlendir	Berlendir
2.2	Jamur	Jamur	Berlendir	Berlendir	Busuk
3.2	Berjamur	Bau,berlendir	Berlendir	Berlendir	Jamur
4.2	Jamur	Jamur,berlendir	Berlendir	Busuk	Berlendir
5.2	Berlendir,bau	Baik,sedikit bau	Berlendir	Berlendir	Sedikit jamur
1.3	Busuk	Berbau	Berlendir	Berlendir	Jamur
2.3	Busuk	Berlendir	Bau,jamur	Jamur	Busuk
3.3	Busuk	Busuk	Berlendir	Jamur	Berlendir
4.3	Jamur	Berlendir	Busuk	Busuk	Jamur
5.3	Busuk	Berlendir	Busuk	Sedikit jamur	Jamur
1.4	Jamur	Berlendir	Berlendir	Berlendir	Busuk
2.4	Baik tetapi bau	Berlendir	Busuk	Bau	Busuk
3.4	Jamur,bau	Jamur	Busuk	Busuk	Bau
4.4	Berlendir	Busuk	Busuk	Jamur,berair	Busuk
5.5	Busuk	Busuk	Jamur	Jamur	Jamur

(v)

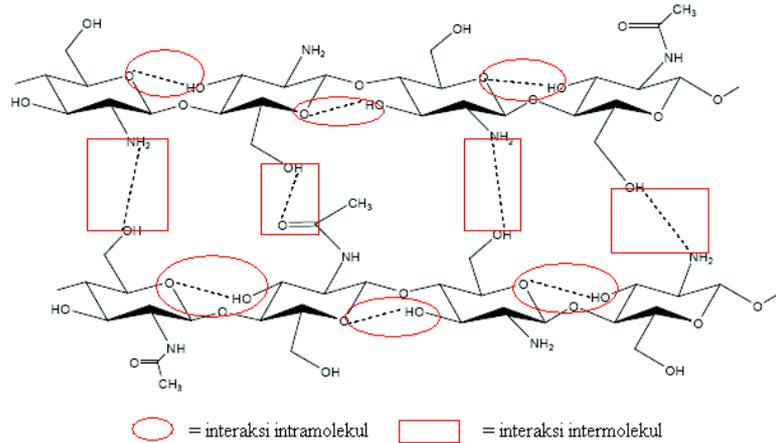
Gambar 1. Uji Antibakteri (i) Kertas tidak terlapsi CS-MCM (ii), Kertas terlapsi CS-MCM hari ke-1, (iii) Kertas terlapsi CS-MCM hari ke-2, (iv) kertas terlapsi CS-MCM hari ke-3, (v) kertas terlapsi CS-MCM hari ke-4

Keterangan tabel :

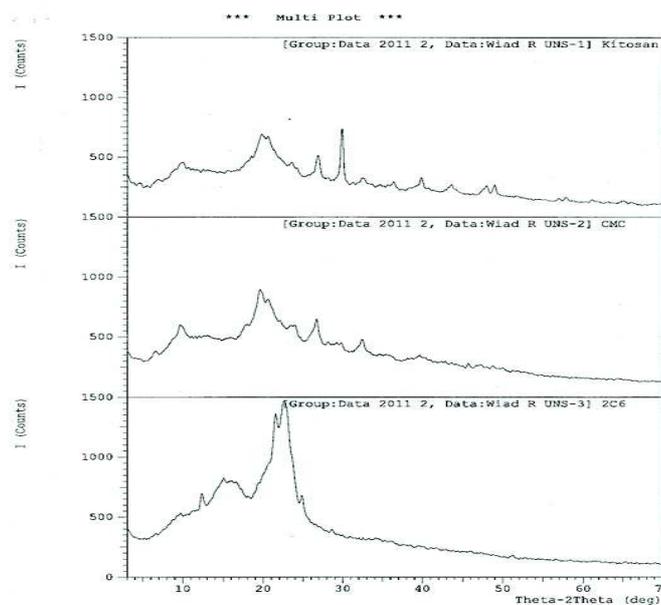
- Kolom A-E : variasi konsentrasi CS-MCM (1%, 2%, 3%, 4%, 5%)
- No 1.2 : waktu pencelupan 1 menit pencelupan 2 kali, 2.2 : waktu pencelupan 2 menit pencelupan 2 kali, 3.2 : waktu pencelupan 3 menit pencelupan 2 kali , 4.2 : waktu pencelupan 4 menit pencelupan 2 kali, 5.2 : waktu pencelupan 5 menit pencelupan 2 kali.
- No 1.3 : waktu pencelupan 1 menit pencelupan 3 kali, 2.3 : waktu pencelupan 2 menit pencelupan 3 kali, 3.3 : waktu pencelupan 3 menit pencelupan 3 kali , 4.3 : waktu pencelupan 4 menit pencelupan 3 kali, 5.3 : waktu pencelupan 5 menit pencelupan 3 kali.
- No 1.4 : waktu pencelupan 1 menit pencelupan 4 kali, 2.4 : waktu pencelupan 2 menit pencelupan 4 kali, 3.4 : waktu pencelupan 3 menit pencelupan 4 kali , 4.4 : waktu pencelupan 4 menit pencelupan 4 kali, 5.4 : waktu pencelupan 5 menit pencelupan 4 kali.



Gambar 2. Spektra IR (a). Chitosan, (b). Chitosan Modified Carboxymethyl CM-MCM dan (c). Kertas pembungkus makanan terlapisi Chitosan Modified Carboxymethyl CM-MCM



Gambar 3. Difraktogram XRD (a). Chitosan, (b). Chitosan Modified Carboxymethyl CM-MCM dan (c). Kertas pembungkus makanan terlapis Chitosan Modified Carboxymethyl CM-M



Gambar 4. Interaksi intermolekuler dan intramolekuler dalam Chitosan (Champagne, 2008)

**Tanya jawab :**

**Nama Penanya : Hartati**

**Pertanyaan :**

Mengapa diaplikasikan pada kertas pembungkus makanan ?

**Jawaban :**

Karena pada kertas pembungkus makanan yang terlapis CS MCM, makanan dapat terbungkus selama 3 hari. Ini lebih baik daripada kertas tidak dilapisi CS MCM.