



**LAPORAN AKHIR PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

**MODEL *PROTOTYPE* ARTIFISIAL REKONSTRUKSI  
MEMBRAN TELINGA (*TYMPHANIC MEMBRANE*) TERPERFORASI  
DARI *CHITOSAN* KHUSUS PENDERITA TUNA RUNGU ANAK**

**BIDANG KEGIATAN :**

**PKM PENELITIAN**

Disusun oleh:

I Wayan Darya Kartika	C34090077	(2009, Ketua Kelompok)
Asti Latifah	C34090043	(2009, Anggota Kelompok)
Bayu Ardy Kresna	C34090052	(2009, Anggota Kelompok)
Santiara Putri Pramestia	C34100003	(2010, Anggota Kelompok)
Fatmasari Nuarisma	C34100055	(2010, Anggota Kelompok)

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2013**

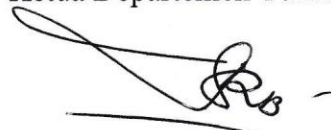
**HALAMAN PENGESAHAN**  
**LAPORAN AKHIR PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

1. Judul Kegiatan : Model Prototype Artifisial Rekonstruksi Membran Telinga (*Tympanic Membrane*) Terperforasi dari *Chitosan* Khusus Penderita Tuna Rungu Anak
2. Bidang Kegiatan : PKM-P (PKM Penelitian)
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
  - a. Nama Lengkap : I Wayan Darya Kartika
  - b. NIM : C34090077
  - c. Jurusan : Teknologi Hasil Perairan (THP) - FPIK
  - d. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
  - e. Alamat Rumah/HP : Wisma Kosovo No 40 RT 2 / RW 1 Gang Lestari, Cibanteng Bogor / 081805588326
  - f. Alamat email : daryakartika@hotmail.com
4. Anggota Pelaksana : 4 orang
5. Dosen Pendamping
  - a. Nama Lengkap : Bambang Riyanto, S.Pi., M.Si
  - b. NIDN : 0003066903
  - c. Alamat Rumah/No.HP : Jl. Katelia III/23 Taman Yasmin Bogor/ 0812 802 2114
6. Biaya Kegiatan Total :
  - a. Dikti : Rp 9.500.000
  - b. Sumber lain : -
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : 5 bulan

Bogor, 21 Juli 2013

Menyetujui  
Ketua Departemen Teknologi Hasil Perairan

Ketua Pelaksana Kegiatan



(Dr. Ir. Ruddy Suwandi, MS., M.Phil)  
NIP. 19580511 198503 1 002



(I Wayan Darya Kartika)  
NIM. C34090077



Wakil Rektor  
Bidang Akademik dan Kemahasiswaan

Dosen Pendamping

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

(Bambang Riyanto, S.Pi, M.Si)  
NIDN. 0003066903

**Model *Prototype* Artifisial Rekonstruksi  
Membran Telinga (*Tympanic Membrane*) Terperforasi  
dari *Chitosan* Khusus Penderita Tuna Rungu Anak**

**ABSTRAK**

Rata-rata anak tunarungu (tuli) hanya dapat menyerap informasi sebesar 87% dari keempat indra aktif. Ketulian yang disebabkan oleh kerusakan fisik pada gendang telinga (*tympanic membrane*) dapat terjadi akibat perforasi membran timpani. Penggunaan cangkok *patch* (tambal) kertas memandu jaringan epitel bermigrasi ke perbatasan perforasi, namun dengan rasio penutupan kurang dari 50%; menunjukkan keterbatasan teknik ini. Biomaterial ideal untuk rekonstruksi timpani membutuhkan sifat biodegradabilitas, biokompatibilitas, bioresorbabilitas. Karakterisasi sifat-sifat biomaterial ideal tersebut pada chitosan menjadi menarik untuk dikaji demi terpenuhi dan terealisasikan model *prototype* artifisial rekonstruksi membran telinga (*tympanic membrane*) terperforasi dari *chitosan*. Tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan *prototype* artifisial membran telinga (*tympanic membrane*) terperforasi dari komposit chitosan-glisierol-PVA sebagai penangkap gelombang suara untuk aplikasi rekonstruksi membran telinga terperforasi. Komposit *chitosan* 3%, glisierol 1% dan PVA 5% dapat digunakan pada pembuatan *prototype* dengan viskositas larutan dasar  $17650,000 \pm 0,001$  cPs; kenampakan seperti plastik bening-kuning-kecoklatan; tebalan  $0,108 \pm 0,009$  mm; kadar air  $5,000 \pm 0,001\%$ ; kuat tarik  $60,000 \pm 2,333$  kPa; elongasi  $19,6 \pm 0,4\%$ . Struktur morfologi homogen menunjukkan interaksi yang baik antara *chitosan*, *glisierol* dan *PVA*; mampu menurunkan  $\alpha$  (koefisien serap suara) secara berturut-turut 0,051; 0,044; 0,037; dan 0,034 di frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, dan 2000 Hz sekaligus menerima intensitas suara berturut-turut  $10,00 \pm 0,56$  dB,  $10,00 \pm 0,94$  dB, dan  $11,00 \pm 1,78$  dB pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz (ambang batas pendengaran); yakni setara intensitas yang diterima membran timpani saat *normal hearing*.

Kata kunci: chitosan, glisierol, koefisien serap suara, penangkap gelombang suara, polivinil alkohol, *transmission loss*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bambang Riyanto, S.Pi, M.Si selaku dosen pendamping atas segala arahan, bimbingan, dan inspirasi yang telah diberikan. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak DIKTI yang telah memberikan kesempatan dan memfasilitasi penulis untuk dapat menuangkan ide-ide kreatif ke dalam suatu tulisan yang bermanfaat. Semoga tulisan ini dapat memberikan inspirasi baru penatalaksanaan pemulihan dan rekonstruksi membran timpani (gendang telinga) terperforasi (berlubang) secara konservatif (tanpa operasi) bagi tunarungu anak di Indonesia. Kami menyadari bahwa dalam pelaksanaan dan penulisan laporan akhir PKMP ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat kami diharapkan. Semoga kegiatan ini bermanfaat bagi kita semua dan pembangunan di sektor bahan baku perikanan Indonesia sekaligus untuk mensejahterakan generasi muda bangsa.

Bogor, 20 Agustus 2013

Penulis

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Rata-rata anak tuna rungu hanya dapat menyerap informasi sebesar 87% (keempat indera aktif) sehingga mengakibatkan hilangnya kesempatan dalam aktualisasi diri, mengikuti pendidikan formal di sekolah umum, kehilangan kesempatan memperoleh pekerjaan; dan pada akhirnya berakibat merugikan keluarga, masyarakat maupun negara (Rahman & Rosalinda 2009). Menurut perkiraan WHO pada tahun 2005 terdapat 278 juta orang menderita gangguan pendengaran di dunia, 75-140 juta diantaranya terdapat di Asia Tenggara. WHO Multi Center Study pada tahun 1998 menyampaikan bahwa Indonesia termasuk 4 (empat) negara di Asia Tenggara dengan prevalensi ketulian yang cukup tinggi (4,6%) antara lain disebabkan infeksi telinga tengah (3,1%) presbikusis (2,6%), tuli akibat obat ototoksik (0,3%), tuli sejak lahir/kongenital (0,1%) dan tuli akibat bisping (WHO 2008).

Ketulian disebabkan oleh kerusakan fisik berupa perforasi membran timpani permanen, yakni lubang pada membran timpani yang tidak dapat menutup secara spontan dalam waktu tiga bulan setelah perforasi (Edward *et al.* 2009). Beberapa keluhan yang dirasakan penderita perforasi timpani antara lain penurunan ketajaman pendengaran, tinitus dan kekambuhan infeksi telinga tengah, sehingga perlu dilakukan terapi untuk menutup perforasi tersebut (Dwijosumarto 1990).

Beberapa metode serta teknik konservatif yang bisa dengan mudah dilakukan di klinik rawat jalan, telah diperkenalkan sebagai bedah perbaikan alternatif membran timpani terperforasi. Niknejad *et al.* (2008) menginventarisir beberapa metode alternatif, salah satunya cangkok *patch* (tambal) kertas. Kim *et al.* (2008) menyatakan rasio penutupan *patch* (tambal) kertas kurang dari 50% dalam kasus kronis. Namun, teknik ini masih dilakukan untuk perforasi akut dan trauma meskipun *patch* kertas memiliki kelemahan tidak biokompatibel, tidak transparan dan tidak fleksibel. Keuntungan yang menjadikan teknik ini populer adalah kemudahan dalam menempelkan *patch* dan *patch* yang tahan infeksi.

Menurut Mano *et al.* (2007), *scaffold* yang biokompatibel seperti hidrogel, kolagen, seprafilm (asam hyaluronat dan karboksimetilselulosa), atau kalsium alginat telah diuji pada penutupan perforasi timpani; namun belum mencakup tentang karakteristik bahan biomaterial yang digunakan. Menurut Niknejad *et al.* (2007), biomaterial ideal untuk rekonstruksi timpani harus biokompatibel, fleksibel, menempel ke jaringan, menstimulasi rekonstruksi jaringan dan tahan infeksi. *Chitosan* dapat diperkirakan memiliki karakteristik sebagai *scaffold* untuk rekonstruksi gendang telinga terperforasi.

Aplikasi *chitosan* untuk rekonstruksi gendang telinga belum dilaporkan. Proses karakterisasi sifat *chitosan* menjadi menarik untuk dikaji karena sifat biodegradabilitas; biokompatibilitas; bioresorbabilitas; fleksibilitas; adhesi sel; dan sifat perangsang penyembuhan luka yang baik (Tripathi *et al.* 2009) dari *chitosan* akan digunakan untuk memperbaiki sistem pendengaran. Lebih jauh, diharapkan karakteristik *chitosan* sesuai kebutuhan tuna rungu dapat terpenuhi dengan terealisasinya model *prototype* artifisial rekonstruksi membran telinga (*tympanic membrane*) terperforasi dari *chitosan*.

### Tujuan Program

Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan *prototype* artifisial membran telinga (*tympanic membrane*) terpeforasi dari komposit chitosan-glislerol-PVA

sebagai penangkap gelombang suara untuk aplikasi rekonstruksi membran telinga terperforasi, khusus tuna rungu anak.

#### **Luaran Yang Diharapkan**

1. Penemuan formulasi larutan dasar membran *chitosan* yang optimal membentuk struktur membran telinga artifisial; dinilai dengan dengan parameter uji viskositas.
2. Terpenuhinya karakterisasi membran *chitosan* sebagai membran konvensional, melalui pengujian sifat fisis dan sifat mekanis.
3. Terpenuhinya karakterisasi membran *chitosan* sebagai material penangkap gelombang suara berdaya tangkap impuls suara terbaik melalui pengujian sifat akustik.
4. Terciptanya model *prototype* artifisial rekonstruksi membran telinga (*tympanic membrane*) terperforasi dengan membandingkan intensitas suara yang dapat ditangkap pada rentang frekuensi 500 – 2000 Hz

#### **Kegunaan Program**

##### **Bagi Anak Tuna Rungu**

1. Mencegah kehilangan pendengaran baik sebagian (*hard of hearing*) maupun seluruhnya (*deaf*).
2. Memulihkan pendengaran anak sehingga menunjang proses pembelajaran.

##### **Bagi Dunia Kedokteran**

1. Industri baru membran buatan untuk pendengaran berbasis *chitosan* alami.
2. Merekonstruksi gendang telinga terperforasi tanpa harus melalui operasi *myringoplasty*

##### **Bagi Potensi Paten dan Kebaruan Ilmiah**

1. Karakteristik model *prototype* artifisial rekonstruksi membran telinga (*tympanic membrane*) terperforasi dari *chitosan*, khusus penderita tuna rungu anak.
2. Teknologi baru artifisial rekonstruksi membran telinga (*tympanic membrane*) terperforasi dari *chitosan*, khusus penderita tuna rungu anak

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **Chitosan**

*Chitosan* biasanya ditemukan di alam sebagai *kitin*, yang secara natural merupakan komponen makromolekul berupa polisakarida yang dibentuk dari n-asetil-2-amino-2-deoksi-d-glukosa melalui ikatan  $\beta$ -(1,4) glikosida. Perbedaan antara *chitin* dan *chitosan* adalah berdasarkan kandungan nitrogennya, bila nitrogennya kurang dari 7% maka polimer tersebut disebut *kitin* dan apabila kandungan total nitrogennya lebih dari 7% maka disebut *chitosan*. *Chitosan* terbentuk ketika beberapa gugus asetil dihilangkan dari *kitin*. Biasanya produk dengan nilai derajat de-asetilasi (DDA) lebih dari 60% atau dapat dilarutkan dalam larutan asam disebut *chitosan* (Teng 2012).

### **Material Penangkap Gelombang Suara**

Menurut Bucur (2006), material penangkap gelombang suara memiliki 3 ciri akustik yakni massa padat, lapisan polimer plastis, dan distribusi merata porositas permukaan. Lapisan/membran memainkan peran penting dalam kajian mekano-akustik material, yaitu sebagai material yang mampu mengkonversi rambatan gelombang longitudinal menjadi vibrasi/getaran berulang (energi mekanik) terhadap bidang datar, meminimalkan koefisien absorpsi ( $\alpha$ ), koefisien transisi ( $\tau$ )

untuk setiap intensitas suara yang diterima seiring kenaikan frekuensi ( Bolton & Jinho 2003). Selain itu, material juga harus sulit berinteraksi dengan komponen gas diluar lingkungan dan air (Meriatna 2006).

### III.METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian yang dilakukan meliputi formulasi larutan dasar membran *chitosan* yang terdiri dari campuran *chitosan* dan gliserol (Kim et al. 2008) dengan penambahan PVA (Fadhallah 2012), pencetakan membran komposit *chitosan* (Fadhallah 2012), karakterisasi material penangkap gelombang suara (Bolton & Jinso 2003).

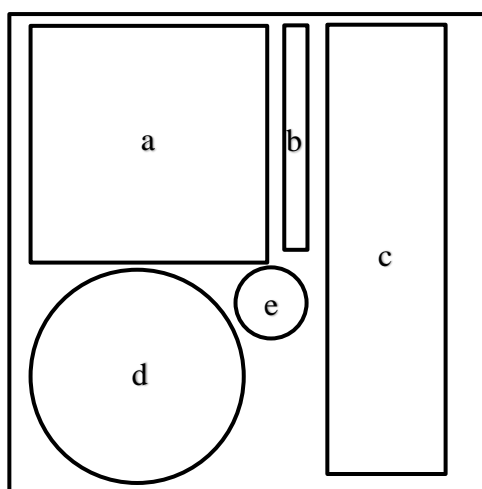
Larutan dasar membran komposit mengacu pada kandidat terbaik hasil penelitian Kim *et al.* (2008), yaitu dengan homogenisasi *chitosan* dan gliserol menggunakan *hot magnetic stirrer* selama 30 menit hingga homogen. Selanjutnya ditambahkan larutan PVA 5% mengacu hasil riset Fadhallah (2012) hingga benar-benar homogen sesuai Tabel 1 dengan volume larutan campuran akhir sebesar 200 ml dalam dua ulangan .

Tabel 1 Formula pembuatan material membran komposit *chitosan*

Kode	<i>Chitosan</i> (mengacu Kim <i>et al.</i> 2008)	gliserol (mengacu Kim <i>et al.</i> 2008)	PVA 5% (mengacu Fadhallah 2010)
3C3G5P	3 gr dalam 100 mL asam asetat 2%	3 mL	5 gram dalam 100 mL air bersuhu 90 °C
5C1G5P	5 gr dalam 100 mL asam asetat 2%	1 mL	5 gram dalam 100 mL air bersuhu 90 °C

Parameter kualitas larutan mengacu Abu-Aiad *et al.* (2005) meliputi uji viskositas.

Teknik pembuatan material yang berbentuk *film* memodifikasi daripada El-Hefian *et al.* (2010), dimana larutan yang telah homogen selanjutnya dicetak diatas wadah (cawan petri dan cetakan kaca) sesuai dimensi sampel yang akan menjadi contoh uji fisis, mekanis dan akustik. Kemudian dikeringkan di dalam oven selama 12 jam pada suhu 60 °C dan didiamkan hingga kering pada suhu  $\pm$  25 °C selama 1 hari. Setiap pengujian dilakukan dengan dua kali ulangan, selanjutnya nilai yang digunakan adalah rata-rata nilai dari dua ulangan tersebut. Dimensi contoh uji ditunjukkan oleh Gambar 1



Keterangan :

- a : Contoh uji kadar air, persegi berukuran 10 cm x 10 cm
- b : Contoh kuat tarik, persegi berukuran 2 cm x 10 cm
- c : Contoh uji elongasi, persegi berukuran 5 cm x 20 cm.
- d : Contoh uji *transmission loss*, lingkaran berdiameter 98 mm
- e : Contoh uji koefisien serap suara, lingkaran berdiameter 30 mm

Gambar 1 Pola pemotongan contoh uji membran *chitosan*

Selanjutnya *film* yang telah terbentuk dilepaskan dari wadah kaca secara perlahan dan siap untuk dikarakterisasi. Karakterisasi kualitas *film* yang dilakukan meliputi pengujian ketebalan (El-Hefian *et al.* 2010), kadar air (AOAC 1995), FTIR (Costa-Junior *et al.* 2009), SEM (Tripathi *et al.* 2009) dan uji kuat tarik dan elongasi (ASTM 1989). Karakterisasi sifat penangkap gelombang suara meliputi pengukuran koefisien absorpsi (mengacu JIS-A 1405 1963) dan pengukuran *sound transmission loss* (mengacu ASTM E 413 2004). Lebih jauh, frekuensi impuls membran dibandingkan dengan audiogram pendengaran manusia pada rentang 500-2000 Hz.

#### IV. PELAKSANAAN PROGRAM

##### Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2013, bertempat di Laboratorium Biokimia Hasil Perairan, Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan; Laboratorium Analisa Bahan, Departemen Fisika, Fakultas Matematika & IPA; Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor; Laboratorium Riset Akustik Jurusan Fisika, Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret.

##### Jadwal Faktual Pelaksanaan

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

##### Instrumen Pelaksanaan

Bahan utama yang digunakan pada kegiatan ini adalah *chitosan* dan glierol. Bahan lain yang digunakan diantaranya, polivinil alkohol (PVA) 88% *hydrolyzed*, asam asetat (CH COOH) 1% (pro analis) dan akuades. Peralatan yang digunakan selama pelaksanaan diantaranya *hot magnetic stirrer* (Yamato), oven (Yamato), wadah (kaca dengan ukuran 40×40×2 cm dan cawan Petri), viskometer Brookfield, mikroskop SEM (JEOL JSM-6510LA), spektrofotometer (Bruker Tensor 27), mikrometer sekrup, *Tensile Strength and Elongation Tester Stograph-Mi Toyoseiki*, Tabung impedansi *small tube* 30 mm, *lower frequency limit* 500 Hz)

##### Rancangan dan Realisasi Biaya

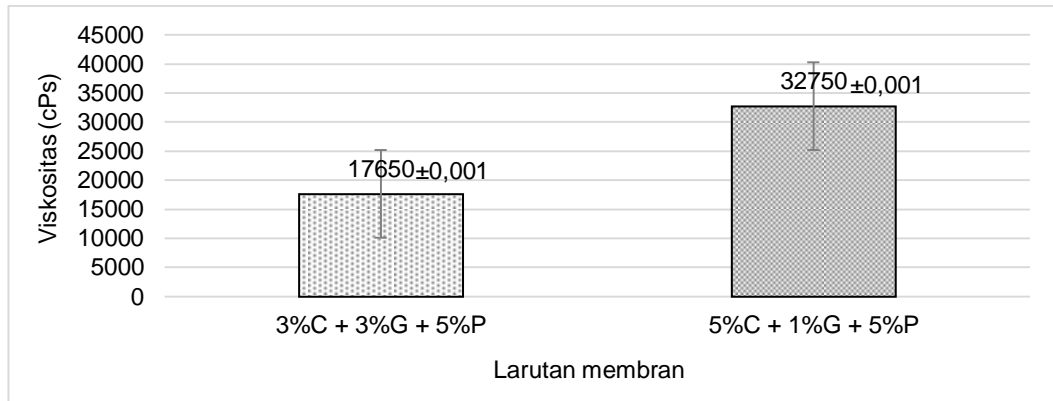
Biaya yang digunakan untuk kegiatan ini adalah Rp 9.500.000. Rincian penggunaan biaya selama penelitian disajikan pada Lampiran 2.

#### V. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Viskositas Larutan

Viskositas adalah sifat melawan tegangan geser pada waktu bergerak atau mengalir suatu fluida. Viskositas larutan dasar membran *chitosan* 3% dan 5% berturut-turut 17650,000±0,001 cPs dan 32750,000±0,001 cPs. Hasil pengukuran viskositas disajikan pada Gambar 2. Peningkatan nilai viskositas diduga karena interaksi antara *chitosan*, gliserol dan PVA yang membentuk ikatan hidrogen kekuatan besar sehingga viskositas semakin meningkat. Polimerisasi *cross-linking* (taut silang) PVOH dan selulosa (*chitosan*) mengubah kristal PVOH menjadi bentuk amorf dalam matriks *chitosan*. Konsentrasi selulosa berkorelasi positif dengan tautan ikatan hidrogen pada matriks sehingga sangat kental di dalam bentuk fluida. (Mao *et al.* 2002).

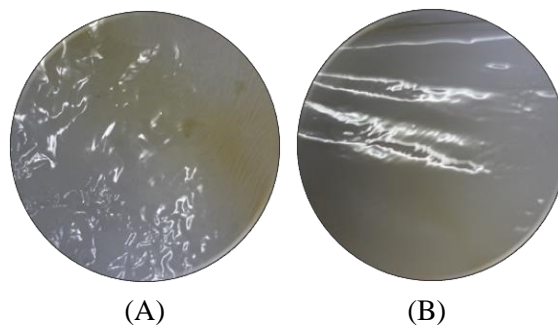




Gambar 2 Viskositas larutan membran

### Bentuk *Prototype* Artifisial Membran Telinga, Penangkap Gelombang Suara

Bentuk *prototype* material penangkap gelombang suara yang telah dibuat terlihat bening kekuningan, licin, agak basah, kompak namun lentur dan liat. Warna bening kekuningan akibat reaksi pencoklatan (Maillard) komponen selulosa saat dipanaskan melebihi 50 °C. Reaksi terstabilkan oleh polivinil alkohol (PVOH) dalam bentuk suspensi ketika masih berwujud larutan (Ravichandran & Kumari 2011), sehingga permukaan agak basah dan licin. Kelenturan dan keliatan membran ialah peningkatan kualitas mekanik secara tidak langsung penambahan PVOH dan gliserin. Gliserin adalah *plasticizer* berbasis asam amino *polyols* (Mao *et al.* 2002); menjembatani polimerisasi *chitosan*-PVA membentuk struktur kompak. Dehidrasi pada larutan dasar membran, merapatkan ikatan antar molekul padatan terlarut. Evaporasi dan dehidrasi yang berjalan simultan memaksa komponen merapat membentuk struktur solid dipisahkan dengan pori-pori, menghasilkan variasi dimensi tebal sesuai volume. Penampakan *prototype* penangkap gelombang suara yang telah dibuat disajikan pada Gambar 3.



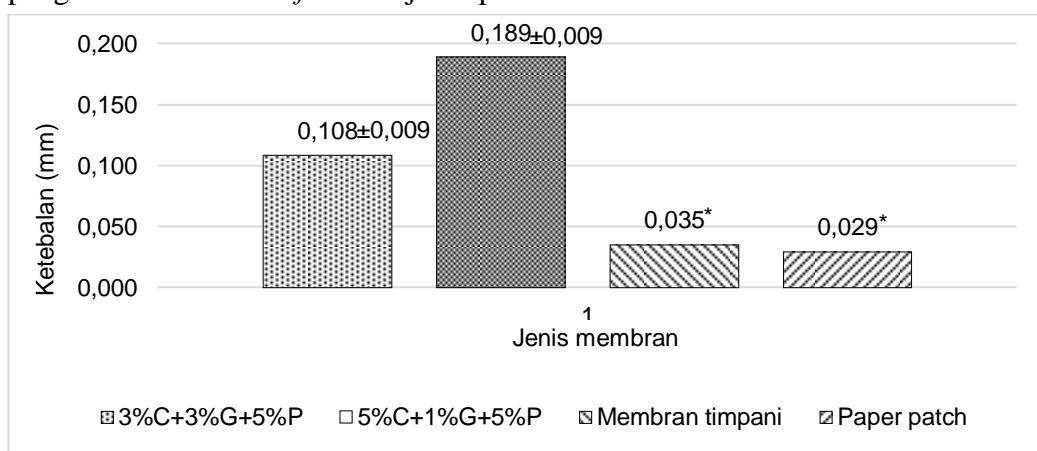
Keterangan : A = *chitosan* 3%, gliserol 3%, PVA 5%  
B = *chitosan* 5%, gliserol 1%, PVA 5%

Gambar 3 Bentuk *prototype* artifisial penangkap gelombang suara

### Ketebalan *Prototype* Penangkap Gelombang Suara

Nilai ketebalan *prototype* dari komposit polimer *chitosan*-gliserol-PVA yang dihasilkan berbeda cukup jauh, yaitu  $0,108 \pm 0,009$  mm untuk konsentrasi *chitosan* 3% serta  $0,189 \pm 0,009$  mm untuk konsentrasi 5%. Terlihat bahwa peningkatan konsentrasi *chitosan* makin meningkatkan ketebalan membran. Dimensi tebal berpengaruh signifikan terhadap kualitas mekanik apabila suatu

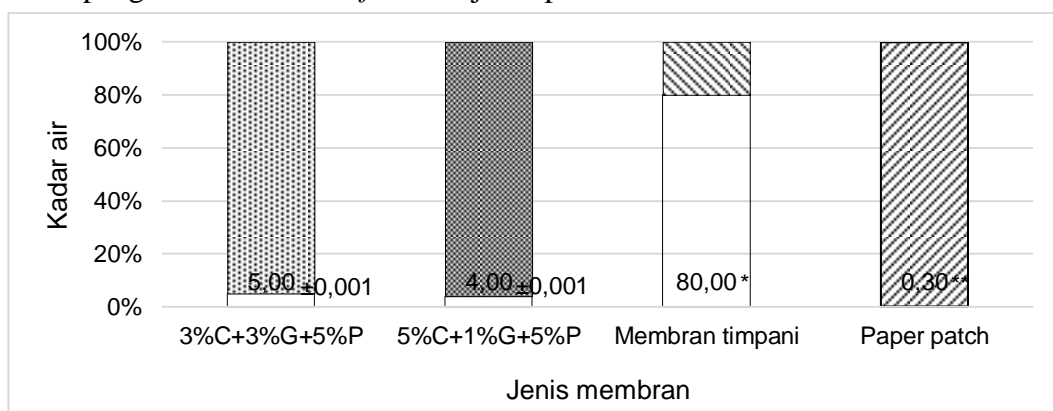
membran berdimensi kurang dari 1,0 mm (Feenstra *et al.* 1984). Menurut Kim *et al.* (2008), ketebalan yang tepat dari CPS (*chitosan patch scaffold*/penambal kitosan artifisial) diasumsikan setebal 30-40  $\mu\text{m}$  (setara 0,030 – 0,040 mm), karena ketebalan membran timpani manusia adalah 100  $\mu\text{m}$  (setara 0,100 mm). Dalam penelitian pendahuluan oleh Chung *et al.* (2007), CPS sangat tipis sehingga tidak mudah dikontrol, sebaliknya CPS dengan ketebalan lebih dari 40  $\mu\text{m}$  dapat terlepas dengan mudah dari timpani. Berdasarkan kajian tersebut, membran *chitosan* 3% termasuk kandidat membran artifisial yang stabil; sesuai tebal membran artifisial untuk telinga; namun masih 3 kali lebih tebal dari membran telinga dan 3,7 kali lebih tebal dari *patch* kertas. Hal lain yang mempengaruhi ketebalan *film* menurut Park dan Chinnan (1995) diantaranya adalah luas cetakan, volume larutan, dan jumlah padatan dalam larutan. Hasil pengukuran ketebalan *film* disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4 Ketebalan 2 jenis membran komposit *chitosan* dibandingkan membran timpani (Kim *et al.* 2008) dan *paper patch scaffold* (Kim *et al.* 2008)

### Kadar Air *Prototype* Penangkap Gelombang Suara

Kadar air membran *chitosan* 3% adalah  $5,00 \pm 0,001$  % serta  $4,00 \pm 0,001$  % pada konsentrasi 5% *chitosan*; seperti dapat dilihat pada Gambar 3. Kadar pada membran uji lebih besar daripada *patch* kertas senilai 0,03 % (Kim *et al.* 2008) dan jauh lebih kecil dari membran telinga senilai 80,00% (Edward *et al.* 2010). Hasil pengukuran kadar air *film* disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5 Kadar air 2 jenis membran komposit *chitosan* dibandingkan membran timpani\* (Kim *et al.* 2008) dan *paper patch scaffold*\*\* (Edward *et al.* 2010)

Menurut Kim *et al.* (2008), variasi kadar air dalam jaringan berkisar antara 80-90%, termasuk membran timpani. Meskipun telah terdehidrasi, masih terdapat air tipe IV yang terikat dengan partikel bahan. Air tipe IV pada partikel bahan memberikan peluang sebagai bantalan membran di saat menerima gaya yang mencoba merusak struktur.

#### **Fourier Transform Infra-Red (FTIR) Komposit Chitosan-Gliserol-PVA**

Berdasarkan karakterisasi FTIR pada membran komposit, diketahui bahwa terdapat 3 gugus fungsi utama yang berperan dalam pembentukan membran, yakni gugus hidroksil ( $\text{OH}^-$ ), amina ( $\text{NH}$ ) dan hidrokarbon ( $\text{CH}$ ). Gugus hidroksil sebagai prekursor ikatan hidrogen (Meneghello *et al.* 2008) bervibrasi regang  $3688 \text{ cm}^{-1}$  untuk konsentrasi chitosan 5% sedangkan  $3788 \text{ cm}^{-1}$  untuk konsentrasi chitosan 3%. Gugus hidrokarbon meregang terdeteksi pada  $2939 \text{ cm}^{-1}$  dan merapat pada  $849 \text{ cm}^{-1}$  dari golongan alkana sebagai pembentuk rantai karbon tak jenuh bertitik didih tinggi (Othman *et al.* 2011). Gugus amina merapat terdeteksi pada  $1659 \text{ cm}^{-1}$  merupakan ion utama pada chitosan; sebagai *zwitterion* (jembatan) gugus hidroksil dan hidrokarbon (Begum *et al.* 2011). Gugus fungsi di tiap sampel terdapat perbedaan bilangan gelombang yang tidak berbeda jauh. Zhang *et al.* (2007) menyatakan bahwa perubahan bilangan gelombang ini dapat terjadi akibat interaksi antara gugus-gugus dari bahan-bahan yang dicampurkan. Hasil ini menandakan bahwa *chitosan*, gliserol, dan PVA tercampur dengan baik. Hasil analisis FTIR pada sampel disajikan pada Gambar 4.

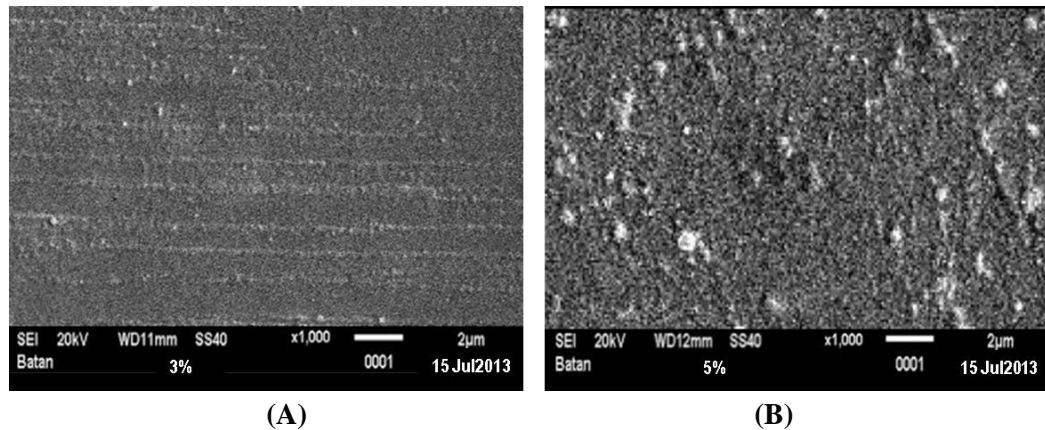


Gambar 6 Spektrum infra merah prototype penangkap gelombang suara konsentrasi *chitosan* 3% (bawah) dan *chitosan* 5% (atas)

#### **Scanning Electron Microscopy (SEM) Komposit Chitosan-Gliserol-PVA**

Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi dari *prototype* material penangkap gelombang suara. Membran komposit dengan konsentrasi chitosan 3% dan 5% secara umum menunjukkan kenampakan halus,

distribusi pori merata, serta terdapat keseragaman butir-butir halus di permukaan *film*. Hal ini menunjukkan bahwa bahan-bahan tercampur dengan baik atau dengan kata lain terjadi interaksi antara *chitosan*, gliserol, dan PVA. Mao *et al.* (2002) menyatakan bahwa dominasi interaksi gliserol dengan PVA menciptakan suasana basa sehingga ionisasi gugus hidroksil (OH) meningkat pesat. Hasil analisis SEM disajikan pada Gambar 7.



Keterangan : A = *chitosan* 3%, gliserol 3%, PVA 5%  
B = *chitosan* 5%, gliserol 1%, PVA 5%

Gambar 7 Hasil analisis SEM komposit *chitosan*-gliserol-PVA

### Kuat Tarik & Elongasi *Prototype* Penangkap Gelombang Suara

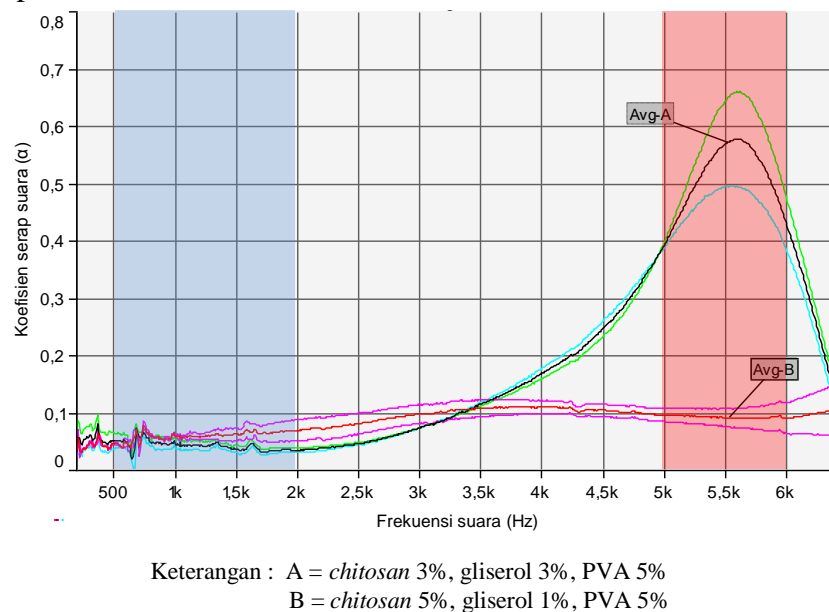
Analisis kuat tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan dari *prototype* material penangkap gelombang suara yang dihasilkan. Nilai kuat tarik membran komposit konsentrasi 3% *chitosan* sebesar  $60,000 \pm 2,333$  kPa serta  $76,500 \pm 4,001$  kPa untuk membran berkonsentrasi 5% *chitosan*. Menurut Kim *et al.* (2008), kekuatan tarik membran artifisial lebih didominasi pengaruh konsentrasi *chitosan* akibat kemampuan meng-ion secara aktif membentuk kompleks matriks. Peningkatan nilai kuat tarik ini selaras dengan terbentuknya ikatan hidrogen yang kuat dari interaksi antara *chitosan*, gliserol dan PVA. Menurut Zhou *et al.* (1990) adanya gugus  $\text{CH}_2$  dan  $\text{OH}^-$  dari PVA akan membentuk ikatan hidrogen bila bertemu dengan gugus hidrokarbon dan amina sehingga menghasilkan ikatan hidrogen yang kuat, secara simultan meningkatkan nilai kuat tarik.

Analisis elongasi dilakukan untuk mengetahui ketahanan putus dari *prototype* material penangkap gelombang suara yang dihasilkan. Nilai elongasi membran komposit berkonsentrasi 3% *chitosan* sebesar  $19,6 \pm 0,4$  kPa serta  $17,9 \pm 1,0$  kPa untuk membran berkonsentrasi 5% *chitosan*. Menurut Kim *et al.* (2008), kekuatan tarik membran artifisial lebih didominasi pengaruh konsentrasi gliserol dan polivinil alkohol. Peningkatan nilai elongasi ini selaras dengan terbentuknya pori kecil dalam jumlah banyak di permukaan membran antara matriks *chitosan*, gliserol dan rantai polimer PVA.

### Koefisien Suara *Prototype* Penangkap Gelombang Suara

Koefisien serap suara menggambarkan perbandingan antara energi suara yang diserap oleh membran terhadap energi suara yang menuju permukaan membran agar material menyerap gelombang suara (Bolton & Jinso 2003).

Koefisien serap suara *prototype* membran timpani artifisial pada rentang *Pure Tone Average/PTA* (ambang batas pendengaran manusia) untuk membran berkonsentrasi 3% berturut-turut 0,051; 0,044; 0,037; dan 0,034 di frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, dan 2000 Hz. Membran komposit berkonsentrasi 5% chitosan memiliki koefisien serap suara berturut-turut 0,046; 0,058; 0,063; dan 0,069 di frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, dan 2000 Hz. Proses pendengaran yang baik memerlukan jumlah getaran yang maksimal dengan transmisi yang minimal. Karakteristik membran komposit 3% chitosan mampu menerima peningkatan frekuensi impuls suara dengan menurunkan tingkat penyerapan energi (koefisien serap suara). Karakteristik ini sangat cocok digunakan sebagai membran artifisial, karena pada saat rekonstruksi perforasi, membran tetap bisa meminimalkan hilangnya energi vibrasi akibat penyerapan di sekitar jaringan epitel. Material komposit chitosan 3% menyerap impuls suara tertinggi ( $\alpha = 0,576985$ ) pada frekuensi 5592 Hz, di saat membran komposit 5% bahkan tidak menyerap sepenuhnya ( $\alpha = 0,090498$ ). Komposit 5% memiliki koefisien serap suara tertinggi ( $\alpha = 0,110198$ ) pada frekuensi 3864 Hz dengan nilai  $\alpha$  cenderung menurun setelah mencapai puncak tertinggi; sebaliknya komposit 5% chitosan meningkat nilai  $\alpha$ -nya setelah melewati PTA. Sifat penyerapan suara komposit chitosan 5% baik diaplikasikan menjadi membran artifisial pada kondisi ekstrem (misal: bising dan ledakan) karena lebih banyak mengkonversi impuls suara menjadi vibrasi ke permukaan membran telinga. Pengukuran koefisien serap suara disajikan pada Gambar 8.

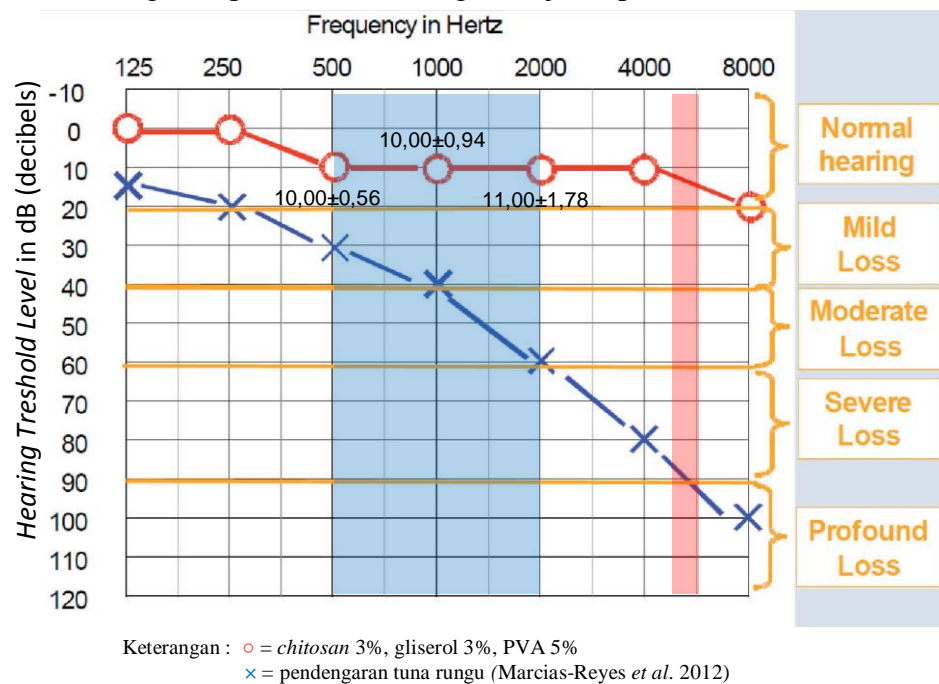


Gambar 8 Pengukuran koefisien serap suara 2 jenis membran komposit chitosan

### Sound Transmission Loss (STL) *Prototype* Penangkap Gelombang Suara

*Sound transmission loss* atau rugi transmisi (dalam desibel) adalah salah satu parameter kemampuan suatu bahan dalam mereduksi suara. Rentang dari rugi transmisi antara 0 dB untuk tanpa penghalang hingga batas praktis sebesar 70 dB atau lebih pada frekuensi tertentu untuk jaringan yang rumit yang rumit (Callender 1974). Membran chitosan 3% diuji nilai STL karena memenuhi syarat sebagai panel akustik memaksimalkan transmisi seiring meningkatnya frekuensi suara.

Membran komposit chitosan 3% menerima intensitas suara berturut-turut  $10,00 \pm 0,56$  dB,  $10,00 \pm 0,94$  dB, dan  $11,00 \pm 1,78$  dB pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz; sehingga setara intensitas yang diterima membran timpani normal pada saat *normal hearing*. Pada membran timpani terperforasi, intensitas suara (dalam dB) berangsur-angsur menurun akibat lubang pada jaringan sehingga luas permukaan tidak kompak. Impuls suara yang masuk lewat rongga telinga tidak direduksi menjadi energi getar (vibrasi) oleh selaput membran timpani karena telah kehilangan sebagian besar luas permukaan akibat berlubang. Hal ini berkaitan dengan kekompakan material partikel dimana sesuai dengan pernyataan Bucur (2006) dimana semakin kompak suatu permukaan maka semakin tinggi nilai *transmission loss*. Rugi transmisi intensitas suara sebesar 10 dB berturut-turut terjadi dari 250 Hz, 500 Hz, hingga 1000 Hz; dikategorikan *mild loss*. Kehilangan intensitas 20 dB berturut-turut terjadi dari 2000 Hz (*moderate loss*), 4000 Hz (*severe loss*) hingga  $\geq 7000$  Hz (*profound loss*) dikategorikan kehilangan pendengaran yang parah (Marcias-Reyes *et al.* 2012). Pengukuran rugi transmisi *prototype* membran telinga artifisial chitosan 3% dibandingkan dengan rugi transmisi (audiogram) penderita tunarungu disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9 Perbandingan rugi transmisi *prototype* membran telinga artifisial chitosan 3% dan rugi transmisi (audiogram) penderita tunarungu

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Komposit *chitosan* 3%, gliserol 1% dan PVA 5% dapat digunakan pada pembuatan *prototype* material penangkap gelombang suara. Larutan dasar membran *prototype* material penangkap gelombang suara memiliki viskositas viskositas  $17650,000 \pm 0,001$  cPs. Kenampakan *prototype* seperti plastik bening hingga kuning kecoklatan dengan ketebalan  $0,108 \pm 0,009$  mm; kadar air  $5,000 \pm 0,001\%$ ; kuat tarik  $60,000 \pm 2,333$  kPa; dan elongasi  $19,6 \pm 0,4\%$ . Struktur

morfologi *film prototype* terlihat homogen yang menunjukkan interaksi yang baik antara *chitosan, gliserol dan PVA*.

Komposit chitosan 3%, gliserol 1%, PVA 5% mampu menerima peningkatan frekuensi impuls suara dengan menurunkan tingkat penyerapan energi (koefisien serap suara) secara berturut-turut 0,051; 0,044; 0,037; dan 0,034 di frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, 1500 Hz, dan 2000 Hz (pada rentang ambang batas pendengaran). Membran komposit chitosan 3% menerima intensitas suara berturut-turut  $10,00 \pm 0,56$  dB,  $10,00 \pm 0,94$  dB, dan  $11,00 \pm 1,78$  dB pada frekuensi 500 Hz, 1000 Hz, dan 2000 Hz (rentang ambang batas pendengaran); sehingga setara intensitas yang diterima membran timpani normal pada saat *normal hearing*.

### Saran

Perlu dikembangkan membran telinga artifisial yang teraplikasi dalam bidang medis (teruji secara klinis). Selain itu, perlu dikembangkan metode implan yang sesuai dengan *prototype* membran artifisial ini

### DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist*. Arlington, Virginia, USA: Published by The Association of Analytical Chemist, Inc.
- [ASTM] American Society for Testing and Material. 1989. *Standard Method For Oxygen Gas Transmission Rate of Material*. Philadelphia: ASTM Book of Standards D3985-81.
- [ASTM] American Society for Testing Material. 2004. *ASTM E 413: Classification for Rating Sound Insulation*. Amerika: American Society for Testing Material.
- [JIS] Japanese Industrial Standard. 1963. JIS A 1405. Methods of Test for Sound Absorption of Acoustical Material by the Tube Method. Jepang: Japanese Standard Association.
- Abu-Aiad THM, Abd-El-Noura KN, Hakima IK, Elsabeeb MZ. 2005. Dielectric and interaction behavior of chitosan/polyvinyl alcohol and chitosan/polyvinyl pyrrolidone blends with some antimicrobial activities. *Polymer* 47: 379-389.
- Begum AA, Radhakrishnan R, Nazeer KP. 2011. Study of structure-property relationship on sulfuric acid crosslinked chitosan membranes. *Malaysian Polymer Journal* 6(1): 27-38.
- Bolton, J.S. dan Jinho, S. 2003. *Sound Absorption Characteristics of Membrane-Based Sound Absorbers*. Inter-Noise 2003. Purdue University.
- Bucur V. 2006. *Acoustic of Wood. 2<sup>nd</sup> Edition*. Springer: CRC Press.
- Callender. 1974. *Time Server Standards for Architectural Design Data. Fifth Edition*. McGraw-Hill Book Company. Kingsports Press. USA.
- Costa-Junior ES, Barbosa-stancioli EF, Mansur AAP, Vasconcelos WL. 2009. Preparation and characterization of chitosan/poly(vinyl alcohol) chemically crosslinked blends for biomedical applications. *Journal of Carbohydrate Polymers* 76: 472-481.
- Chung, J.H., Kim, J.H., Choung, Y.H., Im, A.L., Lim, K.T., Hong, J.H., Choung, P.H. 2007. Biomechanical properties and cytotoxicity of chitosan patch

- scaffold for artificial eardrum. *Journal of Biosystem Engineering* 32(1): 57-62.
- Dwijosumarto, A. 1990. *Ortopaedagogik ATR*. Bandung: Depdikbud.
- Edward, Y., Nasrul, E., Fitria, H. 2010. *Penggunaan Tetes Telinga Serum Autologous dengan Amnion untuk Penutupan Perforasi Membran Timpani*. Padang: Universitas Andalas.
- El-Hefian EA, Nasef MM, Yahaya AH. 2011. Preparation and characterization of chitosan/poly(vinyl alcohol) blended films: mechanical, thermal and surface investigations. *Electronic Journal of Chemistry* 8(1): 91-96.
- Feenstra, L., Kohn, F.E. and Feyen, J. 1984. The concept of an artificial tympanic membrane. *Clin Otolaryngol* 9(1):215-220.
- Kim, J.H., Bae, J.H., Lim, K.T., Choung, P.H., Park, J.S., Choi, S.J., Im, A.L., Lee, L.T., Choung, Y.H., Chung, J.H. 2008. Development of water-insoluble chitosan patch scaffold to repair traumatic tympanic membrane perforations. *Journal of Biomedical Material Research Part A*: 446-455.
- Mao L., Imam S., Gordon S., Cinelli P., and Chiellini E. 2002. Extruded cornstarch glycerol polyvinyl alcohol blends mechanical properties, morphology, and biodegradability. *Journal of Polymers and the Environment* Vol.8(4): 205-211. ISSN 1566-2543.
- Mano H, Tanaka F, Nakamura C, Kaga H, Morisaki H. 2007. Culturable endophytic bacterial floral of the maturing leaves and roots of rice plants (*Oryza sativa*) cultivated in a paddy field. *Microbes Environ* 22, hal. 175-185.
- Marcias-Reyes H, Ramos-Zunga R, Garcia-Estrada J, Jaureg F, Hidalgo-Mariscal M.L. 2012. Combined approach for experimental oto-neurosurgical procedures. *Surgical Neurology International* 2: 68-52
- Meneghello G, Ainsworth B, De Bank P, Ellis M J, Chaudhuri J. 2008. Effect of Polyvinyl alcohol and sodium hypochlorite on porosity and mechanical properties of PLGA hollow fibre membrane scaffolds. *European Cell and Materials* Vol. 16 Suppl. 3: 82. ISSN 1473-2262.
- Meriatna. 2008. *Penggunaan membran Chitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Krom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan logam* [skripsi] Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara.
- Niknejad, H., Peirovi, H., Jorjani, M., Ahmadiani, A., Ghanavi, J., Alexander, Seifalian, M. 2008. Properties of The Amniotic Membrane for Potential Use in Tissue Engineering. *European Cells and Materials* 15, hal. 88-99.
- Othman N, Azahari N A, Ismail H. 2011. Thermal properties of polyvinyl alcohol (PVOH)/corn starch blend film. *Malaysian Polymer Journal* Vol. 6 (6): 147-154.
- Park HJ, Chinnan MS. 1995. Gas and water vapour barrier properties of edible films from protein and cellulose materials. *Journal of Food Engineering* 25: 766.
- Rahman, S., Rosalinda, R. 2009. Neuropati Auditori. *Jurnal Kesehatan Andalas* 1(1), hal. 32-38.
- Ravichandran S. dan Kumari C.R.T. 2011. Effect of anionic surfactant on the thermo acoustical properties of sodium dodecyl sulphate in polyvinyl alcohol solution by ultrasonic method. *E-Journal of Chemistry* 8 (1): 77-84. ISSN 0973-4945.



- Tripathi S, Mehrotra GK, Dutta PK. 2009. Physicochemical and bioactivity of cross-linked chitosan film for food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules* 45: 372-376.
- Zhang Y, Huang X, Duan B, Wu L, Li S, Yuan W. 2007. Preparation of electrospun chitosan/poly(vinyl alcohol) membranes. *Colloid Polymer Science* 285: 855-863.
- Zhou JL, Chen SZ, Zuo CM, Ji XJ. 1990. XPS investigation of hydrogen bond in hydroxyapatite. *J. Acta. Chim. Sin.* 6(05): 629-632.

### LAMPIRAN

Lampiran 1 Jadwal Pelaksanaan PKM-P

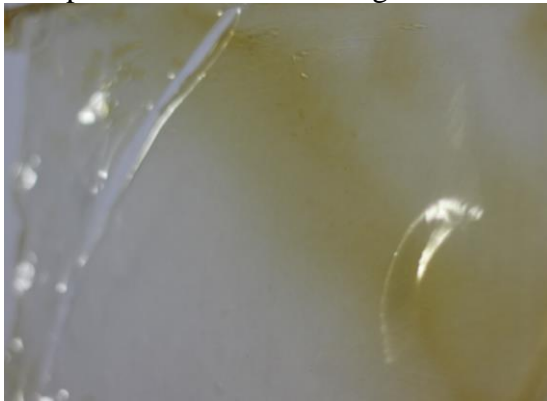
Kegiatan	Bulan I				Bulan II				Bulan III				Bulan IV				Bulan V				Capaian
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Studi pustaka																					
Persiapan bahan																					Bahan telah disiapkan
Analisis bahan (awal)																					Bahan utama telah dianalisis
Formulasi material																					Formulasi berhasil dibuat
Pembuatan material																					Film berhasil dicetak
Analisis viskositas																					Sudah dianalisis
Analisis fisik																					Sudah dianalisis
Analisis FTIR																					Sudah dianalisis
Analisis SEM																					Sudah dianalisis
Uji kuat tarik dan elongasi																					Sudah diuji
Uji koefisien serap suara																					Sudah diuji
Uji <i>sound transmission loss</i>																					Sudah diuji
Pengolahan data																					Sudah diolah
Laporan akhir																					Selesai dilakukan

Lampiran 2 Rincian penggunaan biaya penelitian

<b>Dana Dikti</b>		<b>Rp 9.500.000,-</b>
<b>Pembelian bahan kimia dan penyewaan alat</b>		
Chitosan	300 gram	Rp 800,-/gram
gliserol	1 kg	Rp 25.000,-
PVA	100 gram	Rp 5.000,-/gram
Asam asetat	1 liter	Rp 200,-/ml
akuades	3 liter	Rp 2.000,-/liter
<i>Hot magnetic stirrer</i>	12 jam	Rp 5.000,-/jam
oven	74 jam	Rp 30.000,-/jam
Kaca (40x40x2 cm)	4 buah	Rp 25.000,-/buah
Sewa laboratorium	5 bulan	Rp 150.000,-

<b>Sub-total</b>			<b>Rp 3.321.000,-</b>
<b>PENGUJIAN KARAKTERISTIK MATERIAL</b>			
Analisis viskositas	2 sampel × 2 ulangan	Rp 50.000,-	Rp 200.000,-
Analisis ketebalan	2 sampel × 2 ulangan	Rp 25.000,-	Rp 100.000,-
Analisis kadar air	2 sampel × 2 ulangan	Rp 35.000,-	Rp 140.000,-
Analisis SEM	2 sampel	Rp 350.000,-	Rp 700.000,-
Analisis FTIR	4 sampel	Rp 100.000,-	Rp 400.000,-
Uji kuat tarik	2 sampel × 2 ulangan	Rp 125.000,-	Rp 500.000,-
Uji elongasi	2 sampel × 2 ulangan	Rp 100.000,-	Rp 400.000,-
koefisien serap suara	2 sampel × 2 ulangan	Rp 175.000,-	Rp 700.000,-
<i>sound transmission loss</i>	2 sampel × 2 ulangan	Rp 300.000,-	Rp 1.200.000,-
<b>Sub-total</b>			<b>Rp 4.340.000,-</b>
<b>BIAYA LAIN-LAIN</b>			
Alat tulis dan logbook			Rp 300.000,-
Transportasi			Rp 300.000,-
Komunikasi			Rp 500.000,-
Perbanyak laporan			Rp 100.000,-
Biaya tak terduga			Rp 300.000,-
<b>Sub-total</b>			<b>Rp 1.500.000,-</b>
<b>TOTAL PENGGUNAAN BIAYA</b>			<b>Rp 9.161.000,-</b>
<b>Sisa Dana</b>			<b>Rp 339.000,-</b>

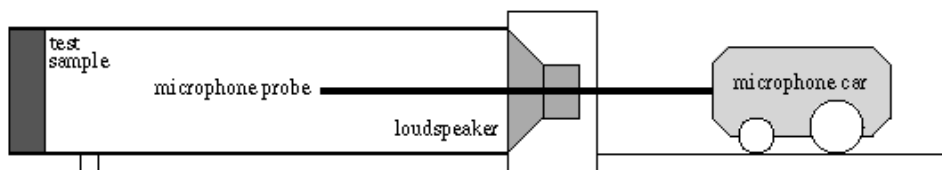
### Lampiran 3 Dokumentasi kegiatan



Bambang Riyanto (dosen pendamping) sedang memeriksa hasil cetakan membran *chitosan*



Bambang Riyanto (dosen pendamping) sedang memeriksa hasil cetakan membran *chitosan*



Rancangan tabung impedansi untuk mengukur koefisien serap suara

bic.web.id/login

utama	<p>2794. Model Prototype Artifisial Rekonstruksi Membran Telinga (Tympanic Membrane) Terperforasi dari Chitosan</p> <p>Status : SELEKSI</p> <p>Untuk melihat tampilan proposal yang telah Anda isi, <a href="#">LIHAT di sini</a>.</p> <p>Untuk mengedit proposal lainnya, <a href="#">KEMBALI ke halaman proposal</a>.</p> <p>Status 'KOSONG' menandakan informasi tersebut belum diisi. Silahkan klik 'EDIT' di sebelah kanan bagian informasi yang harus Anda lengkapi.</p> <p>Setelah informasi proposal lengkap, jangan lupa tekan tombol 'MOHON REVIEW' di akhir halaman ini.</p>
profil	
proposal	
logout	

PKM-P ini bestatus "SELEKSI" 105 Inovasi Indonesia (www.bic.web.id)