

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI KOMPOSIT
SELULOSA BAKTERIAL - EKSTRAK DAUN KEMBANG SEPATU
(*Hibiscus rosa-sinensis* L.) UNTUK APLIKASI BIOMEDIS**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Skripsi Jurusan Kimia sebagai Salah Satu Persyaratan
guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains*



SELVIA

1201520 / 2012

**PROGRAM STUDI KIMIA
JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

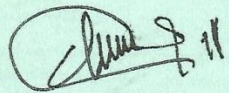
**Preparasi dan Karakterisasi Komposit Selulosa Bakterial-
Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis* L) untuk Aplikasi
Biomedis**

Nama : SELVIA
NIM : 1201520
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2016

Disetujui oleh

Pembimbing I



Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP.19720127 199702 1 002

Pembimbing II



Drs. Bahrizal, M.Si
NIP. 195512311989031 009

HALAMAN PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Kimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Judul : Preparasi dan Karakterisasi Komposit Selulosa Bakterial-
Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis* L)
untuk Aplikasi Biomedis
Nama : SELVIA
NIM : 1201520
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, Agustus 2016

Tim Penguji

	Nama
1. Ketua	: Ananda Putra, M.Si., Ph.D
2. Sekretaris	: Drs. Bahrizal, M.Si
3. Anggota	: Drs. Zul Afkar, M.S
4. Anggota	: Umar Kalmar Nizar, M.Si., Ph.D
5. Anggota	: Sherly Kasuma Warda Ningsih, M.Si

Tanda Tangan





KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL RI
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN KIMIA

Jl. Prof. Dr.Hamka, Kampus Air Tawar Padang 25131 Telp. (0751) 7057420

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Selvia
NIM/TM : 1201520/2012
Program Studi : Kimia
Jurusan : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **Preparasi dan Karakterisasi Komposit Selulosa Bakterial Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-Sinensis* L.)** adalah benar merupakan hasil karya saya. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan ilmiah yang lazim. Apabila suatu saat nanti saya terbukti melakukan plagiat maka saya bersedia diproses dan menerima sanksi akademis maupun hukum sesuai dengan hukum negara yang berlaku, baik di Universitas Negeri Padang maupun di masyarakat dan negara.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, Agustus 2016

Yang menyatakan,



Selvia

ABSTRAK

Selvia (2016) : Preparasi Dan Karakterisasi Komposit Selulosa Bakterial – Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis* L.) untuk Aplikasi Biomedis

Preparasi Komposit Selulosa Bakterial-Ekstrak Daun Kembang Sepatu (KSB-EDKS) telah dilakukan dengan merendam Selulosa Bakterial (SB) didalam larutan Ekstrak Daun Kembang Sepatu (EDKS). Perendaman dilakukan selama 4 hari dengan variasi waktu perendaman dengan penambahan sinar UV dan perendaman tanpa sinar UV. Efek waktu perendaman terhadap sifat fisik dan sifat mekanik dari KSB-EDKS diamati setiap hari. Hasil yang diperoleh menunjukkan peningkatan sifat fisik dan sifat mekanik KSB-EDKS seiring dengan lamanya waktu perendaman. KSB-EDKS yang dihasilkan belum memenuhi standar untuk dapat diaplikasikan sebagai material pengganti tulang rawan (*articular cartilage*). Analisa struktur molekul menggunakan FTIR menunjukkan tidak ada gugus fungsi baru yang terdapat pada KSB-EDKS melainkan hanya terjadi sedikit pergeseran panjang gelombang. Hasil pengujian dengan menggunakan XRD menunjukkan bahwa sinar UV berpengaruh dalam menurunkan derajat kristalinitas hingga 15%.

Kata Kunci : SB, EDKS, KSB-EDKS, Sinar UV

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **Preparasi Dan Karakterisasi Komposit Selulosa Bakterial Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus Rosa-Sinensis L.*) Untuk Aplikasi Biomedis.**

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Strata Satu pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Banyak pihak yang telah membantu dan berkontribusi besar dalam memberikan petunjuk, arahan, dan masukan yang berharga untuk penyelesaian Skripsi ini, oleh sebab itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D selaku pembimbing I dan penguji.
2. Bapak Drs. Bahrizal, M.Si. selaku pembimbing II sekaligus Penasehat Akademik dan penguji.
3. Bapak Drs. Zul Afkar, M.S, Bapak Umar Kalmar Nizar, M.Si., Ph.D dan Ibu Sherly Kasuma Warda Ningsih, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji.
4. Bapak Dr. H. Mawardi, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia.
5. Bapak Harry Sanjaya, S.Si., M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia.
6. Staf Akademik Jurusan Kimia, Universitas Negeri Padang.
7. Staf Laboratorium Kimia dan Laboratorium Fisika, Universitas Negeri Padang.

8. Staf Laboratorium Terpadu Kopertis Wilayah X, Sumatera Barat.
9. Staf Laboratorium Jaminan Kualitas dan Inovasi PT. Semen Padang, Sumatera Barat.
10. Kedua Orang Tua tercinta.
11. Teman-teman kimia angkatan 2012.

Untuk kesempurnaan skripsi dan penelitian yang telah penulis lakukan, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis haturkan terima kasih.

Padang, Juli 2016

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Rumusan Masalah.....	4
1.5 Tujuan Penelitian	4
1.6 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Selulosa Bakteri (SB).....	5
2.2 Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i>	7
2.3 Aplikasi SB	9
2.4 Komposit.....	10
2.5 Daun Kembang Sepatu (<i>Hibiscus rosa sinensis L.</i>).....	11
2.6 Tulang Rawan (<i>Articular Cartilage</i>)	14
2.7 Karakterisasi KSB-EDKS	15

2.7.1 Karakterisasi sifat fisik KSB-EDKS (Kandungan air)	15
2.7.2 Karakterisasi Sifat Mekanik	15
2.7.3 Analisis Struktur KSB-EDKS	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	18
3.2 Objek Penelitian.....	18
3.3 Variabel Penelitian.....	18
3.4 Alat dan Bahan.....	18
3.4.1 Alat	18
3.4.2 Bahan	19
3.5 Prosedur Penelitian	19
3.5.1 Preparasi SB.....	20
3.5.2 Pencucian dan Pemurnian SB.....	20
3.5.3 Preparasi EDKS	20
3.5.4 Preparasi KSB-EDKS	21
3.6 Karakterisasi KSB-EDKS	21
3.6.1 Karakterisasi Sifat Fisik KSB-EDKS (Kandungan Air).....	21
3.6.2 Karakterisasi Sifat Mekanik KSB-EDKS	22
3.7 Struktur KSB-EDKS	24
3.7.1 Analisis Gugus Fungsi.....	24
3.7.2 Analisis Kristalinitas.....	25

3.8 Desain Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 Preparasi SB.....	27
4.2 Pencucian dan Pemurnian SB	28
4.3 Preparasi EDKS	29
4.4 Preparasi KSB-EDKS	31
4.5 Karakterisasi Sifat Fisik KSB-EDKS (Kandungan Air).....	32
4.6 Karakterisasi Sifat Mekanik KSB-EDKS	33
4.6.1 Pengujian Kuat Tekan	33
4.6.2 Pengujian Kuat Tarik	34
4.7 Analisis Gugus Fungsi KSB-EDKS.....	36
4.8 Analisis Kristalinitas	39
BAB V PENUTUP.....	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
2.1 Standar tulang rawan.....	15
4.1 Perbandingan nilai bilangan gelombang keempat sampel	38
4.2 Derajat kristanilitas sampel	41

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
2.1 Struktur kimia selulosa.....	5
2.2 Mekanisme pembentukan selulosa.....	6
2.3 <i>Acetobacter xylinum</i>	8
2.4 Daun kembang sepatu (<i>Hibiscus rosa Sinensis L.</i>).....	13
3.1 Ilustrasi proses penekanan pada <i>compressive tester</i>	23
3.2 Ilustrasi pengujian kuat tarik.....	25
4.1 SB yang dihasilkan.....	28
4.2 Ilustrasi pertumbuhan SB.....	29
4.4 (A)Pengambilan daun kembang sepatu, (B) Pencucian daun kembang sepatu, (C) Penimbangan daun kembang sepatu, (D) Daun kembang sepatu diblender (E) Penyaringan EDKS, (F) Filtrat EDKS.....	31
4.5 KSB-EDKS diatas pengaduk (<i>shaker</i>).....	31
4.6 (A) SB, (B) KSB-EDKS	32
4.7 Grafik pengaruh waktu perendaman SB dalam EDKS terhadap kandungan air (<i>water content</i>)	32
4.8 Pengaruh waktu perendaman terhadap kuat tekan KSB-EDKS	33
4.9 Pengaruh waktu perendaman terhadap (a) Kuat tarik, (b) Regangan dan (c) Elastisitas	35
4.10 (A) Spektrum FTIR daun kembang sepatu, (B) KSB-EDKS UV, (C) KSB-EDKS TUV dan (D) SB	37
4.11 (A) KSB-EDKS UV, (B) KSB-EDKS TUV dan	

(C) SB	39
4.12 Difraktogram tipe-tipe SB.....	39

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
1.Preparasi SB	49
2.Dokumentasi Preparasi SB.....	50
3.Pencucian dan Pemurnian SB	51
4.Dokumentasi Pencucian dan Pemurnian Sb.....	52
5.Preparasi EDKS	53
6.Dokumentasi Pencucian EDKS.....	54
7.Preparasi KSB-EDKS	55
8.Dokumentasi Preparasi KSB-EDKS	56
9.Pengujian Kandungan Air	57
10.Dokumentasi Kandungan Air.....	60
11Pengujian Kuat Tekan	61
12.Pengujian Kuat Tarik	62
13.Analisis Gugus Fungsi KSB-EDKS.....	63
14.Analisis Kristalinitas	64
15.Data Kandungan Air KSB-EDKS	65
16.Perhitungan kandungan air KSB-EDKS	66
17.Data pengujian Kuat Tekan KSB-EDKS	68
18.Perhitungan Kuat Tekan KSB-EDKS	69
19.Data Kuat Tarik, Elongasi, Regangan dan Elastisitas KSB-EDKS	74
20.Perhitungan Elastisitas KSB-EDKS.....	75
21.Spektrum FTIR SB.....	80

22.Spektrum FTIR Daun Kembang Sepatu	81
23.Spektrum FTIR KSB-EDKS tanpa sinar UV	82
24.Spektrum FTIR KSB-EDKS dengan sinar UV	83
25.Difraktogram XRD SB.....	84
26.Difraktogram XRD KSB-EDKS TUV	85
27.Difraktogram XRD KSB-EDKS UV	86
28.Data dan perhitungan penentuan persentase derajat kristalinitas KSB-EDKS	87

DAFTAR SINGKATAN

ADP	= <i>Adenosine Diphosphat</i>
<i>a.u</i>	= <i>arbitrary unit</i>
ATP	= <i>Adenosine Triphosphat</i>
CS	= <i>cellulose Shyntase</i>
EDKS	= Ekstrak Daun Kembang Sepatu
FTIR	= <i>Fourier Transform Infra Red</i>
IR	= <i>Infra Red</i>
SB	= Selulosa Bakterial
KSB-EDKS	= Komposit Selulosa Bakterial-Ekstrak Daun Kembang Sepatu
KSB-EDKS TUV	= Komposit Selulosa Bakterial Ekstrak Daun Kembang Sepatu Tanpa sinar UV
KSB-EDKS UV	= Komposit selulosa Bakterial Ekstrak Daun Kembang Sepatu dengan sinar UV
SB-HA	= Selulosa Bakterial – Hidroksiapit
SEM	= <i>Scanning Electron Microscopy</i>
Wc	= Water Content
Wb	= Berat basah
Wk	= Berat kering
XRD	= <i>X-Ray Diffraction</i>
%T	= % Transmitan
%w/w	= % berat per berat

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selulosa bakterial (SB) merupakan selulosa yang dihasilkan dengan bantuan bakteri seperti *Acetobacter xylinum* (*A. xylinum*). SB memiliki sifat yang unik jika dibandingkan dengan selulosa yang dihasilkan oleh tumbuhan yakni memiliki kemurnian tinggi (> 98%), derajat polimerisasi yang tinggi (~10.000), sifat mekanik yang kuat, mikrofibril yang tipis dari selulosa tanaman dan kristalinitasnya tinggi (Putra,A. 2001).

SB memiliki serat panjang berupa serat-serat tunggal selulosa yang saling melilit satu sama lain membentuk struktur jaringan (Philips dkk. 2000). Serat selulosa telah menjadi pusat perhatian dalam penelitian dan mempunyai banyak aplikasi, salah satunya dalam bidang medis. SB bersifat sama seperti hidrogel yang tidak dijumpai pada selulosa tanaman. Sifat hidrogel dari SB memberikan daya serap yang tinggi. Oleh karena itu, SB banyak dimanfaatkan dan terus dikembangkan dalam dunia medis (Ciechanska,D. 2004). Salah satu potensi SB dalam dunia medis yaitu sebagai perancah untuk teknik jaringan tulang rawan karena hidrogel merupakan *double-network* dari SB yang dikombinasikan dengan polimer sintesis menghasilkan kuat tarik yang tinggi sehingga dapat diterapkan dalam bidang medis dan farmasi. (Svensson,A dkk. 2005).

Dalam aplikasinya untuk keperluan medis penggunaan SB hanya dalam waktu sementara, disebabkan kekuatan serta sifat bioaktifnya yang masih rendah. Serat selulosa juga bersifat hidrofilik sehingga mudah terkontaminasi oleh

mikroba. Apabila SB mengalami tekanan maka kandungan air dalam SB akan hilang, sehingga SB tidak dapat lagi kembali seperti semula dan menjadi tidak elastis. Elastisitas SB dan sifat-sifat lainnya dapat ditingkatkan dengan penambahan senyawa-senyawa atau material lain sehingga membentuk komposit. Komposit merupakan gabungan antara dua material atau lebih menghasilkan material baru yang masih membawa sifat masing-masing material utamanya. Komposit terdiri atas dua penyusun yaitu *matrix* dan *filler*. *Matrix* berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. *Filler* adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk.

Pada penelitian ini, SB berperan sebagai *matrix* dan material alam berperan sebagai *filler*. Salah satu material alam sebagai *filler* yang potensial untuk membentuk komposit dengan SB adalah Ekstrak Daun Kembang Sepatu (EDKS). Komposit SB dan EDKS diharapkan menghasilkan suatu material Komposit Selulosa Bakteri-Ekstrak Daun Kembang Sepatu (KSB-EDKS).

Daun kembang sepatu merupakan salah satu tanaman obat yang mampu mengobati penyakit yang disebabkan bakteri seperti diare. Senyawa aktif yang terkandung dalam daun kembang sepatu yakni *flavonoid*, *saponin*, dan *polifenol*. Senyawa tersebut dapat menghambat perkembangan bakteri dalam tubuh (Suriana & Shobarani. 2011). Penelitian yang dilakukan oleh Nayak dkk. 2007 menyatakan bahwa ekstrak etanol daun kembang sepatu terbukti mengandung zat anti mikroba yang berperan dalam mencegah infeksi pada luka, dan membantu terbentuknya jaringan epitel.

Berdasarkan latar belakang diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian komposit dari SB dengan material alam EDKS untuk menghasilkan KSB-EDKS. Diharapkan Komposit Selulosa Bakteri-Ekstrak Daun Kembang Sepatu dapat diaplikasikan dalam bidang medis, salah satunya sebagai pengganti tulang rawan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah sebagai berikut:

1. SB kurang elastis, karena apabila ditekan cairan dalam SB ini akan keluar.
2. EDKS dapat dijadikan sebagai alternatif *filler* dalam komposit SB.
3. Penggabungan SB dengan EDKS diharapkan dapat menghasilkan suatu komposit yang elastis.

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terfokus, maka perlu dilakukan beberapa batasan masalah sebagai berikut :

1. Media kultur yang digunakan dalam sintesis SB adalah air kelapa yang difermentasi dengan bakteri *A. xylinum* sebagai *matrix*.
2. Bahan alam yang digabungkan dengan SB adalah Ekstrak Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis* L.).
3. Variabel yang akan diteliti adalah pengaruh waktu perendaman 1, 2, 3 , 4 hari dengan dan tanpa sinar UV.

4. Karakteristik KSB-EDKS dilakukan dengan pengujian kandungan air, kuat tekan, kuat tarik, gugus fungsi dan kristalinitas.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari uraian diatas maka dapat dirumuskan suatu masalah yaitu bagaimana pengaruh waktu perendaman SB didalam EDKS selama 1,2,3,4 hari dengan dan tanpa sinar UV terhadap karakteristik sifat fisik, sifat mekanik dan struktur dari KSB-EDKS yang dihasilkan.

1.5 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk menentukan pengaruh waktu perendaman SB didalam EDKS selama 1,2,3,4 hari dengan dan tanpa sinar UV terhadap karakteristik sifat fisik, sifat mekanik dan struktur dari KSB-EDKS yang dihasilkan.

1.6 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada pembaca bahwa KSB-EDKS dapat dijadikan sebagai material baru untuk aplikasi biomedis.
2. Menambah wawasan pembaca tentang karakteristik KSB-EDKS.
3. Dapat dijadikan sebagai sumber ide dan referensi untuk penelitian selanjutnya

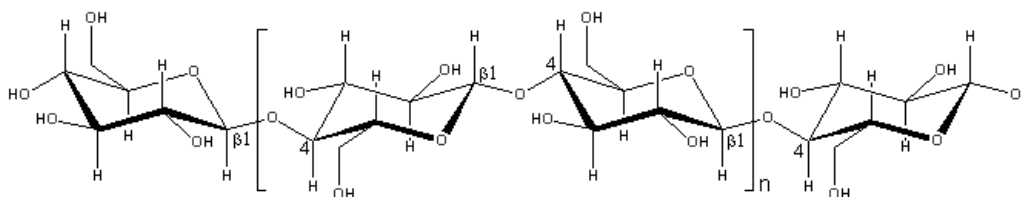
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Selulosa Bakteri (SB)

SB adalah sejenis polisakarida mikroba yang dihasilkan melalui fermentasi air kelapa menggunakan *A. xylinum* yang berupa benang-benang yang bersama-sama dengan polisakarida membentuk jalinan yang terdiri dari serat selulosa yang dihasilkan oleh strain *xylinum*, *subspecies* β dari *Acetobacter aceti*, bakteri non patogen. SB memiliki struktur kimia yang sama seperti selulosa yang berasal dari tumbuhan dan merupakan polisakarida berantai lurus yang tersusun oleh molekul D-glukosa melalui ikatan β -1,4 (Holmes, D. 2004).

SB mengandung set rantai paralel terdiri dari β unit D-glukopiranososa yang dihubungkan oleh ikatan hidrogen intermolekul, yang mana identik dengan komposisi kimia untuk selulosa tanaman (Mohammadkazemi dkk. 2015). SB memiliki struktur retikular mikrofibrillar mikroskopis dengan ketebalan serat sekitar 0,1 μm dan derajat kristalinitas yang tinggi dari pulp kayu selulosa. Hal ini menjadikan SB sebagai membran tidak pernah kering dalam bentuk pori yang mengandung hampir 99% air, dimana 0,3% adalah air terikat dan 98% adalah air bebas (Gayathry dan Gopalaswamy, 2014). Struktur kimia SB dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.1 Struktur Kimia Selulosa (Silitonga,L. 2011)

Gambar 2.2 Mekanisme pembentukan selulosa (Kornmann dkk. 2003).

Selama proses fermentasi, sintesis SB oleh bakteri *A. xylinum* melalui proses yang melibatkan enzim-enzim. Tahapan tersebut diawali dengan hidrolisis sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa dengan katalis *sucrose synthase*. Fruktosa akan mengalami fosforilasi sama seperti glukosa. Enzim heksokinase untuk fosforilasi fruktosa disebut fruktokinase (FK) (Bielecki dkk. 2002). Enzim ini mengubah fruktosa menjadi fruktosa-6-fosfat dengan bantuan ATP. ATP juga akan berubah menjadi ADP. Fruktosa-6-fosfat dapat mengalami isomerisasi dengan glukosa-6-fosfat dengan melibatkan enzim *fosfoglukosisomerase*. Reaksi ini bersifat bolak-balik. Glukosa-6-fosfat yang terbentuk baik dari hasil isomerisasi maupun hasil fosforilasi akan berubah menjadi glukosa-1-fosfat dengan melibatkan enzim fosfoglukomutase. Glukosa-1-fosfat bereaksi dengan enzim UGP (pyrophosphorylase uridine diphosphoglucose) menjadi UDPG (uridine diphosphoglucose). UDPG membentuk rantai menjadi selulosa dengan melibatkan enzim CS (cellulose synthase).

2.2 Bakteri *A. xylinum*

Bakteri *A. xylinum* adalah bakteri asam asetat yang ramah dengan manusia (Tsuchida & Yoshinaga. 1997). Bakteri *A. xylinum* mampu memproduksi SB dari berbagai sumber karbon dan nitrogen (Chawla dkk. 2009). Biosintesis selulosa dicapai dengan polimerisasi residu glukosa menggunakan substrat UDP-glukosa yang dikatalisis oleh enzim *selulosa synthase* yang berada dalam membran sel bakteri. Bakteri *A. xylinum* menghasilkan fibril-fibril selulosa terikat membentuk pelikel yang mengikat sel-sel bakteri. Pelikel mengapung di permukaan medium cair yang memungkinkan sel-sel bakteri memperoleh banyak oksigen yang

diperlukan untuk tumbuh memperbanyak diri dan sintesis selulosa. Pelikel selulosa dapat berperan sebagai penopang sel-sel bakteri tetap mendapat suplai oksigen dari udara, melindungi dari pengaruh radiasi ultraviolet, melindungi dari kekeringan karena memiliki sifat pembawa air/absorbtif, bertindak sebagai biofilm untuk memegang sel-sel bakteri tetap berada pada substrat yang didekomposisi, dan melindungi dari pemangsa atau pesaingnya.

A.xylinum dalam pertumbuhan dan aktivitasnya membentuk SB memerlukan suatu media yang tepat sehingga produksi SB yang dihasilkan dapat optimal. Sebagai media dalam pembentukan SB, media yang digunakan harus memiliki kandungan komponen-komponen yang dibutuhkan oleh biakan bakteri pemfermentasi yang dalam hal ini yaitu *A. xylinum* (Masanto,R. 2008 : Surmaslusarka dkk. 2008). Bakteri *A. xylinm* tumbuh baik dalam media yang memiliki pH 3-4. Jika pH lebih dari 4 atau kurang dari 3, proses fermentasi tidak akan bisa berjalan dengan sempurna. Suhu optimum untuk pertumbuhan *A. xylinum* adalah 26-27 °C (Warisno. 2004)

Bakteri *A. xylinum* menurut Nainggolan (2009) dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 *Acetobacter xylinum* (Nainggolan,J. 2009)

Klasifikasi ilmiah bakteri selulosa atau *A. xylinum* adalah :

Kerajaan	: <i>Bacteria</i>
Filum	: <i>Proteobacteria</i>
Kelas	: <i>Alpha Proteobacteria</i>
Ordo	: <i>Rhodospirillales</i>
Familia	: <i>Psedomonadaceae</i>
Genus	: <i>Acetobacter</i>
Spesies	: <i>Acetobacter xylinum</i> (Munawar,T. 2009)

A.xylinum merupakan bakteri berbentuk batang pendek dan tergolong ke dalam jenis bakteri gram negatif, memiliki lebar 0,5-1 μm dan panjang 2-10 μm . Bakteri *A. xylinum* mampu mengoksidasi glukosa menjadi asam glukonat dan asam organik lain pada waktu yang sama. SB telah dikenal sebagai metabolit sekunder dari glukosa dengan pelepasan asam asetat ke dalam lingkungan. Sifat yang paling menonjol dari bakteri itu adalah memiliki kemampuan untuk mempolimerisasi glukosa menjadi selulosa. Selanjutnya selulosa tersebut membentuk matriks yang dikenal sebagai SB (Tomita, Y dkk. 2009).

2.3 Aplikasi SB

Penelitian yang mengarah pada pengembangan SB sebagai material yang bernilai tambah sudah banyak dilakukan antara lain penggunaan SB dalam bidang medis. Salah satu aplikasi SB dalam bidang medis yaitu penyembuhan luka secara efektif. Penyembuhan luka secara efektif dilakukan dengan cara menjaga tingkat kelembaban, luka harus dirawat pada keadaan basah dan temperatur konstan pada dasar luka, melindungi sel-sel yang baru terbentuk, mengurangi

sakit dan melindungi luka terhadap serangan bakteri serta kontaminasi (Tunner,D.dkk. 1997).

SB yang disintesis oleh *A. xylinum* menunjukkan kinerja yang cukup baik untuk dapat digunakan dalam penyembuhan luka. SB juga mempunyai kerangka jaringan yang sangat baik dan hidrofisilitas yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai pembuluh darah buatan yang sesuai untuk pembedahan mikro (Hoenich,N. 2006). SB merupakan polimer alam yang bersifat sama seperti hidrogel yang diperoleh dari polimer sintetik yakni memperlihatkan kandungan air yang tinggi (98-99%), daya serap cairan baik, tidak alergenik dapat disterilisasi tanpa mempengaruhi karakteristik dari bahan tersebut. Karena karakteristik SB mirip seperti kulit manusia, SB dapat digunakan sebagai pengganti kulit untuk merawat luka bakar yang serius (Ciechanska, D. 2004).

2.4 Komposit

Kata komposit berasal dari kata “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabungkan. Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang berbeda bentuknya, komposisi kimianya, dan tidak saling melarutkan antara materialnya dimana material yang satu berfungsi sebagai penguat dan material yang lainnya berfungsi sebagai pengikat untuk menjaga kesatuan unsur- unsurnya. Secara umum terdapat dua kategori material penyusun komposit yaitu matriks dan reinforcement.

Pada umumnya komposit yang dibuat manusia dapat dibagi dalam tiga kelompok utama :

- a. Komposit Matriks Polimer (*Polymer Matrix Composites*)

Komposit Matriks Polimer (*Polymer Matrix Composites*) ini merupakan komposit yang sering digunakan sebagai polimer penguatan serat (*Fibre Reinforced Polymers or Plastics*) bahan ini menggunakan suatu polimer berdasar resin sebagai matriknya, dan suatu jenis serat seperti kaca, karbon dan aramid (Kevlar) sebagai penguatannya.

b. Komposit Matriks Logam (*Metal Matrix Composites*)

Komposit Matriks Logam (*Metal Matrix Composites*) ditemukan berkembang pada industri otomotif, bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat silicon seperti karbida.

c. Komposit Matriks Keramik (*Ceramic Matrix Composites*)

Komposit Matriks Keramik (*Ceramic Matrix Composites*) digunakan pada lingkungan bertemperatur sangat tinggi, bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*whiskers*) dimana terbuat dari *silicon carbide* atau *boron nitride*. (Sugiarto,A. 2012).

2.5 Daun Kembang Sepatu (*Hibiscus rosa sinensis L.*)

Kembang sepatu merupakan tumbuhan perdu dengan tinggi 1-4 m. Daun kembang sepatu memiliki dasar berbentuk bulat telur (ovatus) (Tjitrosoepomo,G. 2006) atau bangun jantung (cordatus). Ujung daun kembang sepatu sinensis meruncing (acuminatus), dengan tepian daun yang bergerigi (serratus) dan beringgit (crenatus). Daun kembang sepatu memiliki tangkai bunga dengan panjang 1-4 cm. Epicalyc biasanya memiliki panjang 1,75-2,5 cm. Bunga kembang sepatu memiliki kelopak bunga yang bercangap. Mahkota bunga (corolla) terdiri atas 5 daun mahkota bunga (petal) yang berbentuk bulat telur

terbalik, atau dengan intensitas warna yang lebih tinggi (merah tua) pada bagian pangkal. Kembang sepatu memiliki bakal buah beruang 5 (Van,S dkk. 2006)

Kembang sepatu merupakan salah satu tanaman hias perdu (ornamental shrubs) yang banyak dibudidayakan di daerah tropis dan sub tropis di dunia. Bunga kembang sepatu memiliki variasi warna, bentuk dan ukuran. Variasi warna bunga kembang sepatu yang biasa ditemukan adalah kuning, oranye, merah muda, merah, dan putih (Gilman,E. 1999). Variasi bentuk bunga kembang sepatu yang umum ditemukan di alam adalah bunga single dan double. Meskipun demikian, terdapat bentuk bunga peralihan antara bunga single dan double, yang disebut crested (Beers & Howie. 1990)

Taksonomi kembang sepatu berdasarkan National Tropical Botanical Garden (2010) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Superdivision	: <i>Spermatophyta</i>
Class	: <i>Magnoliopsida</i>
Subclass	: <i>Dilleniidae</i>
Ordo	: <i>Malvales</i>
Family	: <i>Malvaceae</i>
Genus	: <i>Hibiscus</i>
Spesies	: <i>Hibiscus rosa-sinensis L.</i>



Gambar 2.4 Daun kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis L*)

Berdasarkan penelitian Samsuharto dan Hartanto (2010), daun kembang sepatu memiliki kandungan flavonoid, saponin dan polifenol yang diketahui memiliki efek anti bakteri. Laporan penelitian Tiwari, U dkk (2015) juga diperoleh hasil yang sama bahwa, analisis fitokimia menunjukkan adanya alkaloid, glikosida, flavonoid, saponin, tanin dan fenol dalam EDKS. Hal ini diperkuat lagi dalam laporan penelitian Krishnaiah,D dkk. (2009) bahwa setelah dianalisa secara kuantitatif, daun kembang sepatu memiliki kandungan fitokimia mencakup alkaloid ($0.51 \pm 0.16\%$), tanin ($8.5 \pm 0.22\%$), saponin ($2.0 \pm 0.08\%$), flavonoid ($0.40 \pm 0.15\%$) dan fenol ($0.680 \pm 0.11\%$).

Ekstrak etanol daun kembang Sepatu terbukti mengandung zat anti mikroba yang berperan dalam mencegah infeksi pada luka, dan membantu terbentuknya jaringan epitel (epitelisasi) (Nayak dkk, 2007). Vasudeva dan Sharma juga menyatakan bahwa kembang sepatu dapat berperan sebagai anti tumor, anti hipertensi, dan anti *ammonemic*. Ekstrak petroleum ether yang berasal dari bunga

dan daun kembang sepatu berpotensi untuk menyuburkan rambut, mencegah rabut berketombe, dan dapat digunakan sebagai penghitam rambut dan alis.

2.6 Tulang Rawan (*Articular Cartilage*)

Articular Cartilage sering dikenal sebagai tulang rawan, tulang rawan meliputi kolagen. Studi mikroskop elektron menunjukkan bahwa serat kolagen dekat permukaan tulang didominasi sejajar dengan permukaan, arah tegak lurus ke permukaan, mereka juga menunjukkan orientasi dominan yang bervariasi secara sistematis atas permukaan seluruh sendi. Sebaliknya, serat dalam zona yang lebih dalam memiliki distribusi yang lebih acak dengan kecenderungan untuk menjadi tegak lurus ke permukaan. Diameter serat dan jarak antara serat yang berdekatan tampak meningkat dengan kedalaman dari permukaan *articular* studi kimia dan fisikokimia mengkonfirmasi bahwa kepadatan kolagen menurun dengan kedalaman dari permukaan artikular. Menurut Doulabi dkk., 2014 Standar Tulang rawan dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Standar Tulang rawan

Sifat Mekanik	Tulang Rawan (<i>ArticularCartilage</i>)
Tensile Modulus (at 10% ϵ)	5–25 MPa
Equilibrium Relaxation Modulus	6.5–45 MPa
Elongation to Break	80%
Ultimate Tensile Stress	15–35 MPa
Equilibrium Compressive Aggregate Modulusa	0.1–2.0 MPa
Hydraulic Permeability	$0.5\text{--}5.0 \times 10^{-15} \text{ m}^4 \text{ N}^{-1} \text{ s}^{-1}$
Intrinsic, Equilibrium Young's Modulus in Compression	0.4–0.8 MPa
Compressive Strength	14–59 MPa
Equilibrium Shear Modulus	0.05–0.25 MPa

2.7 Karakterisasi KSB-EDKS

2.7.1 Karakterisasi sifat fisik KSB-EDKS (Kandungan air)

Kadar air SB adalah banyaknya air yang terperangkap dalam bahan SB. Kecukupan nitrogen dalam medium akan menstimulir bakteri dalam mensintesa selulosa dan menghasilkan SB dengan ikatan kuat dengan pori yang kecil. Kuatnya ikatan selulosa ini menyebabkan jumlah air yang terperangkap dalam jaringan SB lebih rendah, sehingga kadar air menjadi rendah (Tari dkk., 2010).

2.7.2 Karakterisasi Sifat Mekanik

2.7.2.1 Kuat Tekan

Pengukuran kuat tekan atau *compressive strength* merupakan pengukuran kapasitas suatu material atau struktur untuk tahan terhadap beban atau tekanan yang cenderung merubah bentuk atau ukurannya. Hal ini dapat diukur dengan memplot tekanan yang diberikan dengan perubahan bentuk material pada mesin uji. Beberapa material akan menjadi hancur atau pecah pada batasan kuat tekannya sehingga nilai yang diberikan saat terjadinya perubahan bentuk pada material tersebut dianggap sebagai batasan tekanan yang dapat diterimanya. Pengukuran kuat tekan ini merupakan suatu parameter yang penting dalam mendesain atau membuat sebuah struktur material (Urbanik, L & Johnson. 2006).

2.7.2.2 Kuat Tarik

Kuat tarik ialah kemampuan sejauh mana material yang dihasilkan untuk dapat ditarik. Semakin panjang atau tinggi kekuatan tarik maka akan semakin bagus kualitas material yang dihasilkan. Secara umum kuat tarik dari selulosa

berkisar antara 750-1080 (Mpa), *Young's modulus* 120-140, 167 Gpa, dan Density dengan rentang 1450-1590 (Kg m^{-3}).

2.7.3 Struktur KSB-EDKS

2.7.3.1 *Fourier Transform Infra-Red*

Penentuan gugus fungsi yang terdapat dalam material menggunakan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR). Spektroskopi FTIR merupakan suatu pengukuran dimana seberkas sinar inframerah dilewatkan pada sampel polimer sehingga beberapa frekuensi akan diserap oleh molekul dan sebagian lainnya akan ditransmisikan. Transisi yang terlibat pada absorpsi IR berhubungan dengan perubahan vibrasi yang terjadi pada molekul. Jenis ikatan yang ada dalam molekul polimer (C-C, C=C, C-O, C=O) memiliki frekuensi vibrasi yang berbeda. Adanya ikatan tersebut dalam molekul polimer dapat diketahui melalui identifikasi frekuensi karakteristik sebagai puncak absorpsi dalam spektrum IR (Rohaeti, E. 2009).

2.7.3.2 *X-Ray Diffraction (XRD)*

Difraksi sinar-X dapat memberikan informasi tentang struktur polimer, termasuk tentang keadaan amorf dan kristalin polimer. Polimer dapat mengandung daerah kristalin yang secara acak bercampur dengan daerah amorf. Difraktogram sinar-X polimer kristalin menghasilkan puncak-puncak yang tajam, sedangkan polimer amorf cenderung menghasilkan puncak yang melebar. Pola hamburan sinar-X juga dapat memberikan informasi tentang konfigurasi rantai dalam kristalit, perkiraan ukuran kristalit, dan perbandingan daerah kristalin

dengan daerah amorf (derajat kristalinitas) dalam sampel polimer (Rohaeti,E. 2009)

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa pengaruh waktu perendaman terhadap KSB-EDKS adalah :

- a. EDKS dapat menurunkan kandungan air SB setelah membentuk KSB-EDKS.
- b. Proses terserapnya EDKS kedalam SB adalah proses adsorpsi fisika karena tidak terbentuk zat baru.
- c. EDKS dapat meningkatkan sifat mekanik dari KSB-EDKS yang dihasilkan, tetapi belum memenuhi standar tulang rawan.
- d. Pemberian sinar UV mempengaruhi kuat tarik tapi tidak untuk kuat tekan dan kandungan air.
- e. EDKS tidak mempengaruhi struktur KSB-EDKS yang dihasilkan.

5.2 Saran

1. Penelitian ini memerlukan kajian lebih lanjut mengenai karakterisasi sifat morfologi permukaan dari KSB-EDKS dengan menggunakan instrumen SEM (*Scanning Electron Microscope*) untuk melihat interaksi antara EDKS dengan SB serta untuk mengetahui letak EDKS didalam KSB-EDKS.
2. Penelitian ini membutuhkan perlakuan lebih lanjut agar dapat menghasilkan suatu material komposit dengan sifat mekanik yang lebih baik seperti dengan penambahan lama waktu perendaman dan penambahan *Crosslinker* agar

terjadi ikatan antara *filler* dan *matrix*. Hal ini bertujuan agar komposit yang dapat digunakan sebagai material pengganti tulang rawan dapat diperoleh.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2003. *Testing Compressive Strength of Concrete*. National Ready Concrete Association
- Beers, C. L. & J. Howie. 1990. *Growing Hibiscus*. <http://www.hibiscusworld.com/BeersBook/intro.htm>
- Bielecki, S., Krystynowicz, A., Turkiewicz, M., dan Kalinowska, H. 2002. *Bacterial Cellulose*. Biopolymers Polysaccharides I, vol 5: 37-90.
- Chawla, P. R., I. B. Bajaj, S. A. Survase and R. S. Singhal. 2009. *Microbial Cellulose: Fermentative Production and Application*. *Food Technol. Biotechnol.* 47(2): 107-124.
- Ciechanska, D. 2004. *Multifunctional Bacterial Cellulose/ Chitosan Composite Materials for Medical Application*. *Fiber & Textiles in Eastern Europe* Volume 12 No.4(48): p. 69-72, Institute of Chemical Fiber, Poland.
- Doulabi, A. H., Mequanint, K., & Mohammadi, H. (2014). Blends and nanocomposite biomaterials for articular cartilage tissue engineering. *Materials*, 7(7), 5327–5355. doi:10.3390/ma7075327
- Eli Rohaeti dan Tutiek Rahayu. 2012. *Sifat Mekanik Bacterial Cellulose Dengan Media Air Kelapa Dan Gliserol Sebagai Material Pelmastis*. Prosiding, Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA Fakultas MIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Febrianta, Diki. 2015, *Pengaruh Media Perendaman terhadap Struktur dan Sifat Fisik Selulosa Bakterial dari Limbah Air Kelapa (Cocos nucifera)*. Padang : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
- Gayathry, G., dan Gopalswamy, G. 2011. *Production and Characterisation of Microbial Cellulosic Fibre from Acetobacter xylinum*. *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, Vol.39: 93-96.
- Gilman, E.F. 1999. *Hibiscus rosa-sinensis*. University of Florida cooperative extension service Institute of Food and Agricultural Sciences 254: 1-3.
- Hoenich, N. 2006. *Cellulose for Medical Application*. *Bioresources*. Volume 1(2): p 270-280.
- Holmes, D. 2004. *Bacterial Cellulose*. Disertation. New Zealand : Christchurch.