

**PENGARUH PENAMBAHAN *CROSSLINKER* TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI-
EKSTRAK DAUN CINCAU (*Cyclea barbata*) UNTUK
APLIKASI BIOMEDIS**



**Oleh:
ANNISA SALSABILLA
NIM. 18036002/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

**PENGARUH PENAMBAHAN *CROSSLINKER* TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI-
EKSTRAK DAUN CINCAU (*Cyclea barbata*) UNTUK
APLIKASI BIOMEDIS**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh:
ANNISA SALSABILLA
NIM. 18036002/2018**

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : Pagaruh Penambahan *Crosslinker* Terhadap Karakteristik Komposit Selulosa Bakteri-Ekstrak Daun Cincou (*Cyclea barbata*) Untuk Aplikasi Biomedis
Nama : Annisa Salsabilla
NIM : 18036002
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 18 November 2022

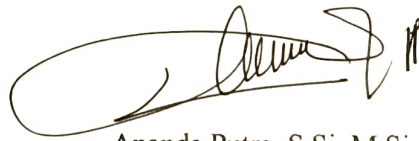
Disetujui Oleh:

Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

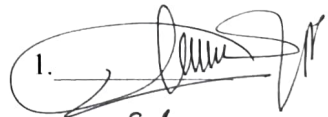
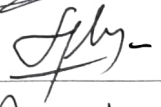

Nama : Annisa Salsabilla
TM/NIM : 2018/18036002
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**PEGARUH PENAMBAHAN *CROSSLINKER* TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI-
EKSTRAK DAUN CINCAU (*Cyclea barbata*)
UNTUK APLIKASI BIOMEDIS**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 18 November 2022

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Ananda Putra, S.Si, M.Si, Ph.D	1. 
2	Anggota	Dra. Sri Benti Etika, M.Si	2. 
3	Anggota	Prof. Dr. Rahadian Z, S.Pd., M.Si	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Annisa Salsabilla

NIM : 18036002

Tempat/Tanggal Lahir : Batusangkar/13 April 2000

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : **Pengaruh Penambahan *Crosslinker* Terhadap Karakteristik Komposit Selulosa Bakteri-Ekstrak Daun Cincau (*Cyclea barbata*) Untuk Aplikasi Biomedis**

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani **Asli** oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima **Sanksi Akademik** berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 18 November 2022

Yang Menyatakan



Annisa Salsabilla

NIM : 18036002

**Pengaruh Penambahan *Crosslinker* Terhadap Karakteristik Komposit
Selulosa Bakteri- Ekstrak Daun Cincau (*Cyclea Barbata*)
Untuk Aplikasi Biomedis**

Annisa Salsabilla

ABSTRAK

Selulosa bakteri (SB) merupakan biopolimer unik yang digunakan dalam berbagai bidang seperti makanan, kosmetik, pembuatan kertas, dan biomedis. Pemanfaatan SB di bidang biomedis antara lain pembalut luka, sistem penghantaran obat yang dapat dikontrol, pemurnian darah, dan rekayasa jaringan. Selulosa bakteri diproduksi oleh bakteri *Acetobacter xylinum* dengan media pertumbuhan campuran dari air kelapa tua, sukrosa, dan urea. Selulosa bakteri yang dihasilkan dikompositkan dengan ekstrak daun cincau sehingga dihasilkan komposit selulosa bakteri-ekstrak daun cincau (KSB-EDC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *crosslinker* amilum jagung 1%, 2%, dan 3% terhadap sifat fisik, mekanik, dan struktur dari komposit selulosa bakteri-ekstrak daun cincau yang telah direndam *crosslinker* (KSB-EDCC). SB, KSB-EDC, KSB-EDCC dikarakterisasi dengan menguji kandungan air, kekuatan tekan, kekuatan tarik, analisis struktur dengan FTIR, dan analisis derajat kristalinitas dengan XRD. Penambahan *crosslinker* dapat mengurangi persentase kandungan air KSB-EDCC 3% sebesar 98,23%, KSB-EDC 99,27%, dan SB sebesar 99,32%. Hasil uji kuat tekan terbaik adalah dengan penambahan *crosslinker* 3% (KSB-EDCC 3%) dengan nilai 2,1 mm, KSB-EDC 1,54 mm, dan SB 1,48 mm. Hasil uji kuat tarik terbaik diperoleh pada pengujian uji kuat tarik KSB-EDCC 3% dengan nilai 72,08 MPa, KSB-EDC 44,91 MPa, dan SB 41,97 MPa. Hasil spektrum FTIR menunjukkan bahwa gugus fungsi yang terdapat pada selulosa hanya mengalami pergeseran bilangan gelombang. Sedangkan hasil analisis derajat kristalinitas menunjukkan bahwa persentase derajat kristalinitas SB yaitu 68,40%, KSB-EDC 63,34%, dan KSB-EDCC sebesar 78,20%.

Kata kunci – Selulosa Bakteri, Komposit, Daun Cincau, *Crosslinker*

**Effect Of Additional Crosslinker On Characteristics Of Bacterial Cellulose
Composite Of Grass Jelly (*Cyclea Barbata*) Leaf Extract
For Biomedical Application**

Annisa Salsabilla

ABSTRACT

Bacterial cellulose (BC) is a unique biopolymer used in various fields such as food, cosmetics, papermaking, and biomedicine. Utilization of BC in the biomedical field includes wound dressings, controlled drug delivery systems, blood purification, and tissue engineering. Bacterial cellulose is produced by *Acetobacter xylinum* bacteria with a mixed growth medium of aged coconut water, sucrose, and urea. The resulting bacterial cellulose was composited with grass jelly leaf extract to produce a bacterial cellulose composite of grass jelly leaf extract (BCC-GJLE). This study aimed to determine the effect of adding 1%, 2%, and 3% corn starch crosslinker to the physical, mechanical, and structural properties of the bacterial cellulose composite of grass jelly leaf extract that had been soaked in crosslinker (BCC-GJLEC). BC, BCC-GJLE, BCC-GJLE C were characterized by testing the water content, compressive strength, tensile strength, structural analysis by FTIR, and analysis of the degree of crystallinity by XRD. The addition of crosslinker can reduce the percentage of water content of BCC-GJLEC 3% by 98.23%, BCC-GJLE 99.27%, and BC by 99.32%. The best compressive strength test result is the addition of 3% crosslinker (BCC-GJLEC 3%) with a value of 2.1 mm, BCC-GJLE 1.54 mm, and BC 1.48 mm. The best tensile strength test results were obtained in the tensile strength test of BCC-GJLEC 3% with a value of 72.08 MPa, BCC-GJLE 44.91 MPa, and BC 41.97 MPa. The results of the FTIR spectrum showed that the functional groups contained in cellulose only experienced a shift in wave number. While the results of the analysis of the degree of crystallinity showed that the percentage of the degree of crystallinity of BC was 68.40%, BCC-GJLE was 63.34%, and BCC-GJLEC was 78.20%.

Keywords – Bacteria Cellulose, Composite, Grass Jelly Leaf, Crosslinker

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Penambahan Crosslinker Terhadap Karakteristik Komposit Selulosa Bakteri-Ekstrak Daun Cincau (*Cyclea barbata*) Untuk Aplikasi Biomedis”**. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains pada Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih atas bimbingan, dorongan dan semangat kepada :

1. Bapak Ananda Putra, M.Si., Ph.D sebagai Dosen Pembimbing Penelitian sekaligus Pembimbing Akademik.
2. Ibuk Dra. Sri Benti Etika, M.Si sebagai Dosen Penguji.
3. Bapak Prof. Dr. Rahadian Z., S.Pd., M.Si sebagai Dosen Penguji.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Koordinator Program Studi Kimia sekaligus Kepala Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.

Untuk kesempurnaan Skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terimakasih.

Padang, November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah.....	5
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II KERANGKA TEORITIS	7
A. Selulosa.....	7
B. Selulosa Bakteri.....	8
C. Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i>	10
D. Komposit Selulosa Bakteri	12
E. Daun Cincau (<i>Cyclea barbata</i>).....	15
F. <i>Crosslinker</i>	17
G. Karakteristik Komposit Selulosa Bakteri Ekstrak Daun Cincau	20
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
B. Objek Penelitian	24
C. Variabel Penelitian	24
D. Alat dan Bahan	24
E. Prosedur Penelitian.....	25
F. Desain Penelitian	31

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
A. Preparasi Selulosa Bakteri (SB)	32
B. Pencucian dan Pemurnian Selulosa Bakteri	33
C. Preparasi Ekstrak Daun Cincau (EDC)	34
D. Preparasi KSB-EDC	35
E. Perendaman KSB-EDC dalam <i>Crosslinker</i>	36
F. Karakteristik KSB-EDC	37
BAB V PENUTUP.....	47
A. Kesimpulan.....	47
B. Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Representasi molekul selulosa (Heinze, 2015)	7
2. Jalur biosintesis selulosa pada <i>Acetobacter xylinum</i> (Heinze <i>et al.</i> , 2018).....	12
3. Penggunaan BC sebagai (A) matriks atau (B) penguatan untuk mempersiapkan nanokomposit (Moniri <i>et al.</i> , 2017).	13
4. Representasi skema dari metode modifikasi SB (Stumpf <i>et al.</i> , 2018).....	14
5. Daun Cincau Hijau (<i>Cyclea barbata</i>)	17
6. Analisis Spektrum FTIR Selulosa Bakteri (BC), Selulosa Bakteri dengan Ekstrak Curcuma Longa Linn (BCC), Selulosa Bakteri dengan Ekstrak Ziziphus Mauritiana (BCZ) (Irham <i>et al.</i> , 2020).....	22
7. Pola difraksi sinar-X selulosa bakteri <i>A. xylinum</i> dari limbah cair tapioka	23
8. Skema pembentukan selulosa bakteri	32
9. SB yang terbentuk dengan baik (a), SB yang berjamur (b)	33
10. Selulosa bakteri murni.....	34
11. Ekstrak daun cincau (a), filtrat daun cincau (b)	35
12. KSB-EDC <i>dishaker</i> (a), UV <i>box</i> (b), hasil KSB-EDC (c)	36
13. Komposit KSB-EDC <i>Crosslinker</i> 1% (a), 2% (b), 3% (c).....	36
14. Kurva kandungan air sampel.....	38
15. Grafik uji kualitatif kuat tekan sampel.....	40
16. Kuat tarik (a), regangan (b), dan elastisitas sampel (c).....	43
17. Spektrum FTIR dari sampel	44
18. Difraktogram dari SB, KSB-EDC, dan KSB-EDC C3%	45

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbandingan sifat selulosa bakteri dan selulosa tanaman.....	9
2. Sifat Mekanik Tulang Rawan.....	10
3. Komposisi kimia daun cincau	16
4. Komposisi Kimia dan Sifat Fisik Tepung Jagung.....	19
5. Uji kualitatif kuat tekan sampel	39
6. Bilangan gelombang masing-masing gugus fungsi.....	44
7. Persentase kristalinitas sampel	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Preparasi Selulosa Bakteri (SB)	58
2. Pencucian dan Pemurnian Selulosa Bakteri (SB)	59
3. Preparasi Ekstrak Daun Cincau.....	59
4. Preparasi Komposit Selulosa Bakteri–Ekstrak Daun Cincau (KSB–EDC)	60
5. Perendam KSB–EDC dalam Crosslinker	60
6. Karakterisasi Sifat Fisik (<i>Water Content</i>)	61
7. Uji Kuat Tekan.....	61
8. Uji Kuat Tarik	62
9. Analisa Gugus Fungsi menggunakan FTIR	62
10. Analisa Derajat Kristalinitas menggunakan XRD	63
11. Data Kandungan Air	64
12. Data Uji Kuat Tekan	65
13. Data Uji Kuat Tarik.....	65
14. Spektrum FTIR SB.....	66
15. Spektrum FTIR KSB-EDC	67
16. Spektrum FTIR KSB-EDC <i>Crosslinker</i> 1%	68
17. Spektrum FTIR KSB-EDC <i>Crosslinker</i> 2%.....	69
18. Spektrum FTIR KSB-EDC <i>Crosslinker</i> 3%	70
19. Difraktogram XRD SB.....	71
20. Difraktogram XRD KSB-EDC	72
21. Difraktogram XRD KSB-EDC <i>Crosslinker</i> 3%	73
22. Dokumentasi Penelitian	74

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penggunaan sumber daya alam terbarukan dan polimer alam menjadi tujuan utama para ilmuwan pada abad ke-21 ini. Penggunaan polimer alam seperti pati, selulosa, keratin, kitin, dan gelatin di sektor penelitian dan pengembangan serta sektor komersial banyak dieksplorasi untuk menggantikan polimer berbasis minyak bumi (Kundu *et al.*, 2022). Selulosa adalah polisakarida yang terdiri dari rantai linier D-glukosa dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glikosidik. Tingkat polimerisasinya berkisar dari beberapa ratus hingga lebih dari sepuluh ribu, yang merupakan polimer organik paling melimpah di bumi (Sun *et al.*, 2016).

Selulosa dapat diperoleh dari banyak sumber, seperti dinding sel kayu dan tumbuhan, beberapa spesies bakteri, alga, serta tunicates, yang merupakan satu-satunya hewan yang diketahui mengandung selulosa (Seddiqi *et al.*, 2021). Spesies mikroba tertentu (bakteri, jamur, dan beberapa alga) menghasilkan selulosa dari gula sederhana dan sumber karbon lainnya. Selulosa ini disebut selulosa mikroba atau lebih umum disebut selulosa bakteri (SB) (Ul-Islam *et al.*, 2020).

Selulosa yang relatif murni diproduksi oleh bakteri *Acetobacter xylinum*. *Acetobacter xylinum* adalah bakteri gram negatif yang mensintesis dan menghasilkan selulosa sebagai bagian dari metabolisme glukosa. Selulosa yang dihasilkan oleh *A. xylinum* secara struktural dan kimiawi identik dengan selulosa

yang ditemukan pada tumbuhan tingkat tinggi, dan juga tidak terkontaminasi oleh lignin atau turunan selulosa lainnya (Kongruang, 2008).

Selulosa bakteri (SB) sangat menguntungkan karena memiliki sifat biomaterial yang baik diantaranya, berserat murni, kristalinitas tinggi, jaringan struktur nano tiga dimensi yang sangat halus, penyerapan air yang tinggi, sifat mekanik yang unggul, biokompatibilitas, dan biodegradabilitas (Mohite *et al.*, 2018). Biomaterial ini telah digunakan di banyak industri seperti makanan, bahan kemasan, dan dalam bidang biomedis (Blanco Parte *et al.*, 2020). Pada bidang biomedis. SB telah dikembangkan untuk implan, sistem penghantaran obat, penyembuhan luka, perancah dan regenerasi jaringan dan organ (Swingler *et al.*, 2021).

Meskipun menjadi bahan yang sangat penting di berbagai bidang, SB murni memiliki keterbatasan tertentu yang membatasi penerapannya di beberapa bidang termasuk bidang biomedis (UI-Islam *et al.*, 2015). Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, maka dihasilkan komposit selulosa bakteri yang terdiri dari matriks dan material penguat. SB bertindak sebagai matriks untuk menampung berbagai partikel dari bahan penguat yang berbeda. Bahan penguat berfungsi memberikan sifat tambahan untuk SB yang dapat meningkatkan sifat biologis dan fisiokimia (Esa *et al.*, 2014).

Komposit yang digunakan dapat berasal dari material sintesis dan bahan alam (Mohite *et al.*, 2018). Salah satu bahan alam yang digunakan sebagai komposit adalah ekstrak daun cincau. Salah satu sifat unik dari daun cincau ialah mengandung polisakarida, polisakarida yang diekstraksi dari daun cincau mampu

membentuk gel dalam beberapa menit pada suhu kamar setelah daun dihancurkan dalam air (Yuliarti *et al.*, 2017). Polisakarida yang terdapat pada daun cincau bertindak sebagai *filler* dalam pembuatan komposit selulosa bakteri ini. Penggabungan SB dan ekstrak daun cincau menghasilkan biomaterial yang dapat digunakan untuk aplikasi biomedis salah satunya sebagai alternatif pengganti tulang rawan. Ekstrak daun cincau berfungsi sebagai bahan penguat pada SB, sehingga sifat mekanik SB meningkat.

Daun cincau hijau (*Cyclea barbata Miers*) telah banyak dikonsumsi di Indonesia. Secara tradisional, daun cincau hijau digunakan sebagai minuman penyegar dalam bentuk gel. Komponen utama ekstrak cincau hijau yang membentuk gel adalah polisakarida pektin yang bermetoksi rendah (Nurdin *et al.*, 2008). Secara tradisional, daun cincau hijau telah digunakan juga untuk mengobati gastroenteritis, tipus, penyakit usus, tekanan darah tinggi, diare, sariawan, dan tukak lambung. Secara ilmiah juga terbukti bahwa daunnya dapat digunakan sebagai agen antihipertensi, antiulkus, dan antibakteri. Efek farmakologis tersebut berasal dari kandungan flavonoidnya (Kusmardiyani *et al.*, 2014).

Upaya peningkatan kualitas komposit selulosa bakteri-ekstrak daun cincau (KSB-EDC) dilakukan dengan penambahan *crosslinker* pada KSB-EDC. Metode *crosslinking* merupakan proses yang menginduksi hubungan kuat antara rantai polimer melalui ikatan kovalen (Salihu *et al.*, 2021). Zat *crosslinker* dapat berasal dari bahan sintesis dan alami atau yang dikenal dengan “*green*” *crosslinker* (Kong *et al.*, 2021). *Crosslinker* yang digunakan pada penelitian ini adalah amilum

jagung. Dengan adanya penambahan *crosslinker* diharapkan dapat meningkatkan sifat fisik, sifat mekanik, dan struktur KSB-EDC yang diinginkan untuk memaksimalkan pemanfaatannya dalam bidang biomedis terutama sebagai pengganti tulang rawan.

Berdasarkan paparan yang telah diungkapkan, maka peneliti telah melakukan penelitian yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN *CROSSLINKER* TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI-EKSTRAK DAUN CINCAU (*Cyclea barbata*) UNTUK APLIKASI BIOMEDIS”**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah yaitu:

1. Komposit Selulosa Bakteri-Ekstrak Daun Cincau (KSB-EDC) belum memenuhi standar dalam aplikasi biomedis terutama untuk tulang rawan.
2. Penambahan *crosslinker* ke dalam KSB-EDC diharapkan dapat menghasilkan kualitas KSB-EDC yang memenuhi standar untuk tulang rawan.

C. Batasan Masalah

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

1. Media kultur yang digunakan dalam sintesis SB adalah air kelapa yang difermentasi dengan bantuan bakteri *Acetobacter xylinum*.
2. Bahan organik yang digunakan untuk komposit SB adalah ekstrak daun cincau.
3. Variasi *crosslinker* yang digunakan yang akan digunakan yaitu amilum jagung 1%, 2%, dan 3%.
4. Karakteristik KSB-EDC meliputi sifat fisika (kandungan air), sifat mekanik (uji kuat tarik dan kuat tekan), dan struktur (analisa gugus fungsi dan derajat kristalinitas)

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah yang ditemukan yaitu bagaimana pengaruh penambahan *crosslinker* terhadap sifat fisik, sifat mekanik, dan struktur dari KSB-EDC?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan *crosslinker* terhadap sifat fisik, sifat mekanik, dan struktur dari KSB-EDC.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menambah wawasan pembaca tentang karakteristik KSB-EDC.

2. Memberikan informasi kepada pembaca bahwa KSB-EDC dapat dijadikan sebagai material baru untuk aplikasi biomedis, terutama sebagai material pengganti tulang rawan.
3. Dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya.