

**PENGARUH PENAMBAHAN CROSSLINKER TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA
BAKTERI-EKSTRAK DAUN BINAHONG
(*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis)**



**Mutiah Nasution
NIM.18036090/2018**

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

PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul : PENGARUH PENAMBAHAN CROSSLINKER TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI-
EKSTRAK DAUN BINAHONG (*Anredera cordifolia* (Ten.)
Steenis)
Nama : Mutiah Nasution
NIM : 18036090
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 09 November 2022

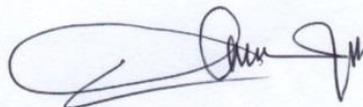
Disetujui Oleh:

Kepala Departemen Kimia



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

Dosen Pembimbing



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

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

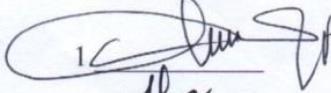
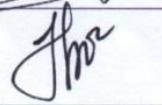
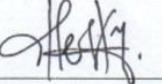
Nama : Mutiah Nasution
TM/NIM : 2018/18036090
Program Studi : Kimia
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

PENGARUH PENAMBAHAN CROSSLINKER TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI-EKSTRAK DAUN BINAHONG (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis)

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

Padang, 09 November 2022

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Ananda Putra, M.Si., Ph.D	1. 
2	Anggota	Hary Sanjaya, S.Si., M.Si	2. 
3	Anggota	Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Mutiah Nasution

NIM : 18036090

Tempat/Tanggal Lahir : Panyabungan, 16 Juni 1999

Program Studi : Kimia

Departemen : Kimia

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Judul Skripsi : PENGARUH PENAMBAHAN CROSSLINKER

TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT

SELULOSA BAKTERI EKSTRAK DAUN

BINAHONG (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis)

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, 09 November 2022

Yang Menyatakan



Mutiah Nasution

NIM : 18036090

**PENGARUH PENAMBAHAN CROSSLINKER TERHADAP
KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA
BAKTERI-EKSTRAK DAUN BINAHONG
(*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis)**

Mutiah Nasution

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *crosslinker* 1,3 dan 5% terhadap karakteristik komposit selulosa bakteri ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). Produksi selulosa bakteri menggunakan *Acetobacter xylinum* yang difermentasikan dari campuran air kelapa, gula, dan urea selama 14 hari. Pengujian kadar air, kuat tekan, dan analisis struktur menggunakan FTIR untuk mengkarakterisasi SB, KSB-EBD, dan KSB-EBDC. Kandungan SB dapat diturunkan dari 99,29% menjadi 97,94% dengan menambahkan 5% *crosslinker*. Penambahan amilum sebagai *crosslinker* 5% (KSB-EBDC), KSB-EBD, dan SB menghasilkan hasil uji kuat tekan yang paling baik dengan nilai masing-masing sebesar 4,913 mm, 3,353 mm, dan 2,557 mm. Hasil spektrum FTIR menunjukkan bahwa selulosa bakteri hanya mengalami pergeseran bilangan gelombang gugus fungsi. Analisis derajat kristalinitas menunjukkan bahwa SB memiliki persentase kristalinitas 83,75%, KSB-EBD memiliki persentase 75,47%, dan KSB-EBDC pati memiliki persentase 70,68%.

Keywords — Amilum, *Crosslinker*, Daun Binahong, Komposit, Selulosa Bakteri

**EFFECT OF ADDITION OF CROSSLINKER ON THE
CHARACTERISTICS OF BACTERIAL CELLULOSE COMPOSITES-
BINAHONG LEAF EXTRACT (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis)**

Mutiah Nasution

ABSTRACT

This study aimed to determine the effect of adding crosslinkers 1,3 and 5% on the characteristics of the bacterial cellulose composite of binahong leaf extract. Production of bacterial cellulose using *Acetobacter xylinum* to ferment a mixture of coconut water, sugar, and urea over 14 days. Testing for water content, compressive strength, and structural analysis using FTIR to characterize BC, CBC-BLE, and CBC-BLEC. The water content of BC can be decreased from 99.29% to 97.94% by adding a 5 % crosslinker. The addition of 5% crosslinker starch (CBC-BLEC), CBC-BLE, and BC produced the best compressive strength test results with values of 4.913 mm, 3.353 mm, and 2.557 mm, respectively. The results of the FTIR spectrum showed that bacterial cellulose only experienced a shift in the peak of the functional group. Analysis of the degree of crystallinity demonstrated that BC had a crystallinity percentage of 83,75%, CBC-BLE had a percentage of 75,47%, and CBC-GLEC starch had a percentage of 70,68%.

Keywords-*Bacterial Cellulose, Binahong Leaf Extract, Composite, Crosslinker, Starch*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada peneliti. Shalawat dan salam tidak lupa kita kirimkan untuk nabi besar Muhammad SAW yang telah memberikan tauladan dalam aktivitas yang kita jalani, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini yang berjudul **“PENGARUH PENAMBAHAN CROSSLINKER TERHADAP KARAKTERISTIK KOMPOSIT SELULOSA BAKTERI-EKSTRAK DAUN BINAHONG (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis).”**

Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Strata Satu pada Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang. Penulis ingin mengucapkan terimakasih sebanyak-banyaknya kepada semua pihak yang telah terlibat dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Keluarga penulis yang telah memberikan bantuan moril dan materil demi menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
2. Bapak Ananda Putra, S.Si., M.Si., Ph.D. sebagai Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing Penulisan Tugas Akhir Penelitian.
3. Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si. dan Ibu Hesty Parbuntari, S.Pd., M.Sc sebagai dosen pembahas penelitian.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D. sebagai Ketua Departemen Kimia sekaligus Ketua Program Studi Departemen Kimia FMIPA UNP
5. Bapak Edi Nasra, S.Si., M.Si. sebagai sekretaris Departemen Kimia Fmipa UNP

6. Semua pihak yang membantu penulis dalam penulisan tugas akhir ini.

Semoga rahmat dan kasih sayang Allah SWT selalu tercurah pada kita semua serta usaha dan kerja kita bernilai ibadah dihadapan Allah SWT, Amin Ya Rabbal 'Alamin. Penulis menyadari bahwa kesempurnaan skripsi ini masih belum lengkap dan sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan masukan dan saran yang membangun dari semua pihak. Atas semua masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, November 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
BAB I	1
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	5
D. Rumusan Masalah.....	6
E. Tujuan Penelitian	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
A. Selulosa.....	7
B. Selulosa Bakteri (SB).....	10
C. <i>Acetobacter xylinum</i>	13
D. Daun Binahog (<i>Anredera cordifolia</i> (Ten.) Steenis).....	16
E. Komposit.....	18
F. <i>Crosslinker</i>	19
BAB III.....	25
METODE PENELITIAN.....	25
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	25
B. Objek Penelitian.....	25
C. Variabel Penelitian.....	25
E. Prosedur Penelitian	26
F. Desain Penelitian	32
BAB IV	34
HASIL DAN PEMBAHASAN	34
BAB V.....	53
PENUTUP.....	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Standar Selulosa Bakteri (Nakayama et al., 2004).....	11
2. Standar tulang rawan (Doulabi et al., 2014)	12
3. Interpretasi Spektrum FTIR Flavonoid (Veronita et al., 2017).....	17
4. Komposisi kimia tepung tapioka (Reputra, 2009)	20
5. Vibrasi bilangan gelombang pada masing-masing gugus fungsi.....	49
6. Persentase Kristalin SB, KSB-EDB, dan KSB-EDBC 5%.....	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur lignoselulosa (Zhou et al., 2010).....	7
2. Struktur kimia dari selulosa (Sampath et al., 2016).....	9
3. Persilangan ikatan hidrogen pada benang fibril selulosa (Chen et al., 2018).	9
4. Reaksi pembentukan selulosa bakteri (Yoshinaga et al., 1997).....	12
5. Bakteri <i>Acetobacter xylinum</i> (Nainggolan, 2009).....	15
6. Daun Binahong (Walters & Africa, 2015).....	16
7. Struktur Auron (Veronita et al., 2017).....	17
8. (a) Rumus bangun amilosa, (b) Rumus bangun amilopektin (Ponsanti et al., 2020).....	21
9. Ilustrasi Pembentukan SB	34
10. SB yang terbentuk dengan baik (a) SB yang berjamur (b)	35
11. Larutan NaOH 2% (a), Perendaman SB dengan larutan NaOH 2% (b)	36
12. Hasil EDB dalam aquades.....	36
13. Hasil perendaman KSB-EDB.....	37
14. Hasil KSB-EDBC.....	38
15. Grafik pengaruh pemakaian UV dan tanpa UV	39
16. Grafik uji kandungan air sampel	41
17. Pengujian kuat tekan (a) lebar awal, (b) diberi beban 1Kg, (c) lebar akhir	43
18. Grafik uji kuat tekan pemakaian UV	43
19. Grafik perbandingan kuat tekan KSB-EDB	44
20. Proses pengujian kuat tarik sampel dengan instrumen	45
21. Perbandingan nilai kuat tarik sampel	46
22. Nilai elastisitas KSB-EDB	47
23. Spektrum FTIR.....	48
24. Difraktogram XRD.....	50

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Selulosa adalah biopolimer yang merupakan komponen penting dalam berbagai penelitian dan aplikasi biomedis karena keberadaannya tersebar luas di alam, struktur molekul berantai yang panjang dan linier, multi-kiralitas, hidrofilisitas, biokompatibilitas (Gayathry and Gopaldaswamy, 2014), *biodegradability* (Li *et al.*, 2014), kekuatan daya tarik tinggi dari struktur jaringan *ultrafine* dan memiliki nilai modulus young yang tinggi (Ludwicka *et al.*, 2016), serta kerentanan terhadap modifikasi kimia dan fisika selama proses kultivasi seperti halnya yang terjadi dalam proses setelah pemurnian (Gama *et al.*, 2016).

Keberadaan selulosa yang tersebar luas di alam diperoleh dari tumbuhan, namun tidak dalam bentuk murni. Dalam jaringan tumbuhan, selulosa ditemukan saling terikat dengan lignin dan hemiselulosa (Goh *et al.*, 2012). Sehingga membutuhkan metode tertentu untuk memisahkan antara selulosa dengan lignin dan hemiselulosanya. Selain selulosa tumbuhan, selulosa juga dapat disintesis oleh organisme lain seperti alga, jamur, dan bakteri (Fitriarni *et al.*, 2019).

Acetobacter xylinum termasuk dalam jenis bakteri gram negatif yang paling efektif dalam produksi selulosa dan mempunyai ketebalan yang lebih tinggi dibandingkan organisme lain (Narh *et al.*, 2018). Dikarenakan bakteri tersebut memiliki kemampuan untuk mengoksidasi berbagai jenis alkohol dan gula menjadi asam asetat (Halib *et al.*, 2012). Selama proses produksi, terbentuk membran berupa gel seperti film di permukaan media kultur selain asam asetat.

Setelah mengidentifikasi film tersebut ditemukan bahwa material ini adalah selulosa. Dinyatakan sebagai selulosa bakteri (SB) karena diproduksi oleh bakteri (Millon & Wan, 2006). SB terdiri dari satuan β -1,4-glikosida yang terikat pada atom karbon ke satu dan atom karbon yang ke empat, yang disebut dengan ikatan β -glikosidik (Ifadah et al., 2015).

Karakteristik dari SB ini dapat diterapkan pada beberapa aplikasi bio medis, misalnya aplikasi untuk pembalut luka dan pemodelan untuk tulang rawan (Putra et al., 2008). Selulosa murni dari SB (*nata de coco*) telah terbukti memiliki sifat kompatibilitas yang tinggi dalam penelitian *in vivo* yang diterapkan pada tikus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak ada hipertrofi pada jaringan dan tubuh tidak menunjukkan tanda adanya reaksi terhadap benda asing pada tikus tersebut (Helenius et al., 2006). SB juga memiliki sifat unik lain dalam berbagai bidang kesehatan internal dan eksternal, seperti pengobatan penyakit ginjal, substitusi sementara perawatan luka bakar (Nurlidar et al., 2013), aplikasi oral dan dental (Cañas-Gutiérrez et al., 2020), serta dan masih banyak lagi penelitian yang menggunakan selulosa sebagai material utamanya (Hoenich, 2006).

Berdasarkan uraian fakta tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang SB. Pemanfaatan SB dalam ilmu biomedis memiliki kelemahan dan keterbatasan yaitu nilai modulus kompresif atau perbandingan kuat tekan dan regangan yang rendah. Selain itu SB juga memiliki sifat elastisitas yang rendah untuk dijadikan material tulang rawan (Hagiwara et al., 2010). Kekuatan tarik SB ke segala arah lapisan serat tinggi, tetapi modulus tekan SB masih rendah hal ini terbukti ketika SB diberikan tekanan kecil misalnya menggunakan jari tangan,

kandungan air dari dalam gel keluar dan bentuk selulosa tidak dapat kembali ke bentuk semula (Nakayama et al., 2004).

Dikarenakan permasalahan tersebut, untuk meningkatkan nilai elastisitas, dilakukan penelitian menggabungkan SB dengan material baru yang disebut komposit (Putra et al., 2021). Para peneliti telah meningkatkan sifat elastisitas SB dengan membuat dan memodifikasinya dengan bahan lain. Penelitian oleh Putra (2010), yaitu preparasi material komposit SB dan Polyacrylamide N,N'-methylene bisacrylamide (pAAM) menggunakan *double-network hydrogel* yang dapat dijadikan ligamen (Hagiwara et al., 2010). Peneliti Nakayama juga telah melakukan penelitian memodifikasi SB dengan gelatin (Nakayama et al., 2004). Selain menggunakan bahan sintesis, bahan komposit juga dapat dibuat dari bahan alam. Seperti pembuatan komposit dari SB dengan menggunakan ekstrak daun rambutan yang digunakan untuk aplikasi biomedis yang telah dilakukan oleh Sari (2021), salah satunya alternatif pengganti tulang rawan manusia (Putra et al., 2021). Berkaitan dengan hal tersebut peneliti tertarik mencari alternatif lain untuk meningkatkan karakteristik elastisitas SB melalui modifikasi dengan penambahan material lain. Material yang digunakan merupakan material alami, tumbuhan herbal yang banyak terdapat di Indonesia, yaitu Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis) yang akan digabungkan dengan SB membentuk suatu Komposit Selulosa Bakteri Ekstrak Daun Binahong (KSB-EDB).

Komposit merupakan hasil penggabungan suatu material atau bahan dengan bahan lain. Penelitian ini bahan yang akan digabungkan adalah SB (sebagai *matriks*) dengan bahan alam yaitu daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.)

Steenis) sebagai *filler*. Daun binahong dijadikan sebagai filler karena bersifat hidrokoloid dan memiliki kandungan metabolit sekunder seperti, saponin, tanin, alkaloid, triterpenoid, flavonoid, penolik, steroid, glikosida (Hanafiah et al., 2019), dan polifenol (Samirana et al., 2017). Disamping itu daun binahong juga banyak digunakan sebagai obat tradisional (Yadnya Putra et al., 2020). Hal ini disebabkan senyawa-senyawa tanin, saponin dan flavonoid yang termasuk dalam senyawa golongan fenol yang merupakan zat antibakteri yang kuat. Untuk membuat penggunaan komposit dari KSB–EDB lebih efektif dalam aplikasinya, peneliti juga akan menggunakan *crosslinker* yang juga berfungsi sebagai *filler*.

Bahan *crosslinker* dapat diperoleh baik dari bahan alami maupun sintesis. *Crosslinker* memiliki kemampuan untuk membentuk ikatan silang dan menarik gugus fungsi tertentu dari molekul lain. Gugus fungsi tersebut dapat berupa ikatan ion maupun ikatan kovalen dalam ikatan silang. Umumnya *crosslinker* yang digunakan dalam penelitian merupakan senyawa memiliki banyak kandungan gugus –OH atau –NH₂ (Wong & Jameson, 2011).

Berbagai penjelasan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh Penambahan *Crosslinker* Terhadap Karakteristik Komposit Selulosa Bakteri-Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis).”

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka didapatkan beberapa masalah sebagai berikut:

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

C. Batasan Masalah

Supaya 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 menggunakan bakteri *Acetobacter xylinum*.
2. Bahan filler untuk komposit SB digunakan Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis).
3. Variabel bebas yang akan diteliti pengaruh waktu perendaman SB dengan ekstrak daun binahong (EDB) selama 4 hari dengan sinar UV, serta penambahan crosslinker variasi konsentrasi 1%, 3%, dan 5% kedalam KSB-EDB terhadap karakteristik KSB-EDB. Variabel terikatnya adalah pengujian sifat fisik (uji kandungan air), sifat mekanik (kuat tarik dan kuat tekan), dan stuktur (gugus fungsi dan derajat kristalisasi) dari KSB-EDB.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka penulis merumuskan suatu masalah yaitu, bagaimana pengaruh penambahan crosslinker terhadap sifat fisik, sifat mekanik, dan stuktur dari KSB-EDB?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan pengaruh penambahan crosslinker terhadap sifat fisik, sifat mekanik, dan stuktur dari KSB-EDB.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

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