

SINTESIS HIDROGEL BERBASIS LIGNIN ORGANOSOLV DAN POTENSINYA SEBAGAI PEMBALUT LUKA

EKO BUDI SANTOSO



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Sintesis Hidrogel Berbasis Lignin Organosolv dan Potensinya sebagai Pembalut Luka” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Januari 2026

Eko Budi Santoso
E2501222003

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

EKO BUDI SANTOSO. Sintesis Hidrogel Berbasis Lignin Organosolv dan Potensinya sebagai Pembalut Luka. Dibimbing oleh WASRIN SYAFII, WIDYA FATRIASARI dan DEDED SARIP NAWAWI.

Daun tebu merupakan biomassa lignoselulosa hasil samping perkebunan tebu yang belum banyak dimanfaatkan. Pemanfaatan daun tebu sebagai sumber lignin menawarkan strategi yang menjanjikan untuk memperluas aplikasinya dalam pengembangan bahan fungsional berbasis lignin. Lignin memiliki karakteristik kimia yang sesuai untuk aplikasi biomedis, seperti formulasi hidrogel pembalut luka. Tantangan dalam proses konversi dan karakteristik lignin dari daun tebu adalah kadar abu yang tinggi, sehingga diperlukan modifikasi proses antara lain dengan pra-perlakuan pencucian. Selain itu, lignosulfonat (lignin termodifikasi) secara luas digunakan sebagai aditif dalam hidrogel pembalut luka; namun, kekhawatiran tentang isu keberlanjutan dan potensi toksisitas bagi manusia membatasi penggunaannya.

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis hidrogel berbasis lignin organosolv dari daun tebu sebagai pendekatan inovatif dalam perawatan luka. Lignin diekstraksi dengan metode organosolv etanol, dan hidrogel disiapkan dengan metode pengikat silang fisik melalui siklus beku-cair sebagai alternatif yang lebih ramah lingkungan. Pra-perlakuan pencucian dengan air dan asam asetat dilakukan sebelum proses ekstraksi untuk meminimalkan dampak pengolahan biomassa. Hasil menunjukkan bahwa pencucian daun tebu menurunkan kadar abu tanpa menyebabkan perubahan substansial pada struktur dan gugus fungsi daun tebu. Penurunan kadar abu tertinggi (49,93%) diperoleh pada perlakuan asam asetat 1M suhu 95 °C (DT-As95). Daun tebu tanpa pra-perlakuan (DT RAW) dan DT-As95 dipilih untuk proses ekstraksi lignin. Pra-perlakuan pencucian daun tebu efektif meningkatkan kemurnian lignin, dan lignin As (DT-As95) mencapai kemurnian 86,19 %, lebih tinggi dibandingkan dengan lignin R (DT-RAW) sebesar 73,53 %. Lignin hasil ekstraksi menunjukkan kemurnian yang relatif tinggi dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri yang baik, sehingga berpotensi untuk dikembangkan dalam formulasi hidrogel pembalut luka. Penambahan lignin organosolv daun tebu ke dalam matriks PVA-kitosan meningkatkan kapasitas pembengkakan, kekuatan mekanis, dan aktivitas antioksidan hidrogel, serta memberikan kemampuan penyerapan sinar UV dan aktivitas antibakteri yang baik. Berdasarkan penelitian ini, penambahan lignin As menunjukkan sifat hidrogel yang lebih baik dibandingkan dengan lignin R, menegaskan potensi lignin organosolv daun tebu sebagai aditif dalam sistem hidrogel untuk aplikasi pembalut luka.

Kata kunci: hidrogel lignin, lignin organosolv daun tebu, pembalut luka, pengikat silang fisik, pra-perlakuan pencucian



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

EKO BUDI SANTOSO. Synthesis of Organosolv Lignin-Based Hydrogel and It's Potential as a Wound Dressing. Supervised by WASRIN SYAFII, WIDYA FATRIASARI, and DEDED SARIP NAWAWI.

Sugarcane leaves are lignocellulosic biomass derived as a by-product of sugarcane cultivation that remain underutilized. Their use as a lignin source offers a promising strategy to expand lignin applications in the development of functional materials. Lignin possesses chemical characteristics suitable for biomedical applications, such as hydrogel wound dressings. However, the high ash content of sugarcane leaf lignin presents a major challenge, necessitating process modifications including leaching pretreatments. In addition, lignosulfonates (modified lignin) are widely utilized as an additive in hydrogel wound dressings; however, sustainability concerns and possible human toxicity limit their use.

This study aims to synthesize organosolv lignin-based hydrogels from sugarcane leaves as an innovative approach to wound care. Lignin was extracted using the organosolv method with ethanol as a solvent, and hydrogels were prepared via physical crosslinking through freeze-thaw cycles as a more environmentally friendly alternative. Leaching pretreatments with water and acetic acid were conducted prior to extraction to minimize biomass processing impacts. The results indicated that leaching effectively reduced the ash content while maintaining the structural and functional integrity of the sugarcane leaves. The highest ash reduction (49.93%) was achieved with 1 M acetic acid treatment at 95°C (DT-As95). Sugarcane leaves without pretreatment (DT-RAW) and DT-As95 were selected for lignin extraction. Leaching pretreatment significantly improved lignin purity, with lignin As (DT-As95) reaching 86.19%, higher than lignin R (DT-RAW) at 73.53%. The extracted lignin demonstrated high purity and showed notable antioxidant and antibacterial activities, suggesting its potential use in hydrogel formulations for wound dressings. The incorporation of sugarcane leaf organosolv lignin into the PVA-chitosan matrix improved the hydrogel's swelling capacity, mechanical strength, and antioxidant activity. Additionally, it provided UV absorption and antibacterial properties. Based on these findings, lignin As demonstrated superior hydrogel performance compared to lignin R, confirming the potential of sugarcane leaf organosolv lignin as an additive in hydrogel systems for wound dressing applications.

Keywords: leaching pre-treatment, lignin-based hydrogel, organosolv lignin from sugarcane leaves, physical cross-linking, wound dressings



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



SINTESIS HIDROGEL BERBASIS LIGNIN ORGANOSOLV DAN POTENSINYA SEBAGAI PEMBALUT LUKA

EKO BUDI SANTOSO

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tesis : Sintesis Hidrogel Berbasis Lignin Organosolv dan Potensinya sebagai Pembalut Luka
Nama : Eko Budi Santoso
NIM : E2501222003

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Wasrin Syafii, M.Agr.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Widya Fatriasari, S.Hut, M.M.

Pembimbing 3:
Prof. Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi, M.Sc.F.Trop.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. I Wayan Darmawan, M.Sc.
NIP 196602121991031002

Dekan Fakultas Kehutanan dan Lingkungan:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.
NIP 197003291996081001



Tanggal Ujian:
12 Desember 2025

Tanggal Lulus:
22 JAN 2026

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai bulan Mei 2025 ini ialah sintesis hidrogel berbasis lignin, dengan judul “Sintesis Hidrogel Berbasis Lignin Organosolv dan Potensinya sebagai Pembalut Luka”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Wasrin Syafii, M.Agr., Prof. Dr. Widya Fatriasari, S.Hut. M.M., dan Prof. Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi, M.sc.F.Trop., yang telah membimbing dan banyak memberi saran selama proses penelitian tugas akhir dan penyusunan karya ilmiah. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar, dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada pihak Manajemen Talenta Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah memberi kesempatan penulis untuk melanjutkan belajar di jenjang magister melalui program beasiswa *Degree By-Research (DBR)* dan program *Research Assistant (RA)*. Ucapan penghargaan juga disampaikan kepada Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk BRIN dan pengelola *Integrated Laboratory of Bioproduct (iLaB)* BRIN yang telah memberi izin dan fasilitas kepada penulis untuk melaksanakan kegiatan penelitian. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh peneliti, rekan asisten peneliti, serta *postdoctoral fellow* di kelompok riset derivat lignin-tanin, beserta staf laboratorium lainnya yang telah memberikan bantuan selama proses pengumpulan dan pengolahan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada kedua orang tua penulis yaitu Bapak Sahroji dan Ibu Mini Widyo Wiharti, adik penulis yaitu Eko Dwi Budi Setiyoso dan Panji Satriyo Wibowo, serta seluruh keluarga besar penulis yang telah memberikan dukungan, motivasi, doa, dan kasih sayangnya selama proses penyusunan karya ilmiah ini. Di samping itu, penulis juga menyampaikan terimakasih kepada teman-teman program studi Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan dan teman-teman Lab Kertas Kering iLaB BRIN Cibinong, yang telah berjuang bersama dan memberikan bantuan selama proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Januari 2026

Eko Budi Santoso



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Daun Tebu	4
2.2 Lignin	5
2.3 Hidrogel Pembalut Luka	6
2.4 Hidrogel Pembalut Luka Berbasis Lignin	7
III METODE	8
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	8
3.2 Alat dan Bahan	8
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis Data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Pra-perlakuan Pencucian Daun Tebu	21
4.2 Karakteristik Lignin Organosolv Daun Tebu	27
4.3 Karakteristik Hidrogel Lignin Organosolv Daun Tebu	49
V SIMPULAN DAN SARAN	65
5.1 Simpulan	65
5.2 Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	80
RIWAYAT HIDUP	86



DAFTAR TABEL

1	Kadar abu dan penurunan abu serbuk daun tebu	22
2	Hasil ANOVA terhadap kadar abu serbuk daun tebu	22
3	Komposisi elemen daun tebu	24
4	Interpretasi pita serapan FTIR sampel daun tebu	26
5	Komponen kimia lignin organosolv daun tebu	29
6	Hasil ANOVA lignin organosolv daun tebu terhadap rendemen	29
7	Hasil ANOVA lignin organosolv daun tebu terhadap kemurnian lignin	30
8	Berat ekuivalen, kadar hidroksi fenolik, dan total fenolik konten lignin	32
9	Komposisi elemen lignin organosolv daun tebu	34
10	Analisis FTIR sampel lignin	37
11	Tahapan kehilangan berat dan nilai Tg lignin	40
12	Produk hasil analisis Py-GCMS lignin	43
13	Nilai aktivitas antioksidan lignin	45
14	Tahapan kehilangan berat hidrogel	57
15	Sifat mekanis hidrogel	58

DAFTAR GAMBAR

1	Daun tebu (Powar <i>et al.</i> 2022)	4
2	Struktur kimia monomer penyusun lignin	5
3	Skema tahapan penelitian	9
4	Pra-perlakuan pencucian serbuk daun tebu	21
5	Morfologi permukaan daun tebu dengan SEM	23
6	Spektrum FTIR sampel daun tebu sebelum dan setelah pencucian	25
7	Ekstraksi lignin daun tebu dengan metode organosolv	27
8	Larutan ekstrak lignin daun tebu	31
9	Morfologi permukaan lignin dengan SEM	34
10	Spektrum FTIR sampel lignin	36
11	Grafik TGA lignin (a) dan DSC lignin (b)	39
12	Pirogram hasil analisis Py-GCMS lignin	43
13	Aktivitas antibakteri lignin: (a) zona hambat lignin pada cawan petri, (b) diameter zona hambat lignin dalam cm, (c) mekanisme antibakteri lignin	47
14	Sintesis (a) dan mekanisme hidrogel PVA-kitosan-lignin organosolv daun tebu (b)	50
15	Spektrum FTIR komponen penyusun hidrogel (a) dan hidrogel PVA-kitosan-lignin organosolv daun tebu (b)	51
16	Morfologi permukaan hidrogel PK (a), hidrogel PKLig-R (b), dan hidrogel PKLig-As (c) dengan SEM	53
17	Kapasitas pembengkakan (a dan c) dan serapan sinar UV (b) hidrogel	55
18	Kurva TGA dan DTG hidrogel	57
19	Sifat mekanis hidrogel	58

20	Visualisasi pengukuran aktivitas antioksidan hidrogel dalam larutan DPPH dalam methanol (a) dan aktivitas antioksidan hidrogel (b)	61
21	Aktivitas antibakteri hidrogel: (a) zona hambat yang terbentuk, (b) diameter zona hambat hidrogel dalam cm, (c) representasi skematis hidrogel pembalut luka dalam melindungi area luka	63

DAFTAR LAMPIRAN

1	Analisis ANOVA pra-perlakuan pencucian terhadap kadar abu daun tebu menggunakan SPSS	81
2	Analisis ANOVA lignin organosolv daun tebu terhadap rendemen dan kemurnian menggunakan SPSS	81
3	Kapasitas pembengkakan hidrogel dalam persen (%)	82
4	Mekanisme antioksidan lignin pada uji DPPH	82
5	Contoh perhitungan	82

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.