

No: TA/RT/2023/01

**PENGEMBANGAN SINTETIS PVA-
ALGINAT DENGAN *CROSSLINKING*
ASAM SITRAT YANG
MENGANDUNG EKSTRAK DAUN
SIRIH SEBAGAI PEMBALUT LUKA
(*WOUND DRESSING*) ANTIBAKTERI**

PENELITIAN

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik pada Bidang Rekayasa Tekstil**



Oleh:

Nama : Hakiki Justitia K. Nama : Andi Tasyrah A.

No. Mahasiswa : 20526025 No. Mahasiswa : 20526028

**PROGRAM STUDI REKAYASA TEKSTIL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

TUGAS AKHIR

**PENGEMBANGAN SINTETIS PVA-ALGINAT
DENGAN *CROSSLINKING* ASAM SITRAT
YANG MENGANDUNG EKSTRAK DAUN SIRIH
SEBAGAI PEMBALUT LUKA (*WOUND
DRESSING*) ANTIBAKTERI**

**Hakiki Justitia K
20526025
Andi Tasyrah A
20526028**



2023

No: TA/RT/2023/01

**PENGEMBANGAN SINTETIS PVA-ALGINAT DENGAN
CROSSLINKING ASAM SITRAT YANG MENDUNG
EKSTRAK DAUN SIRIH SEBAGAI PEMBALUT LUKA
(WOUND DRESSING) ANTIBAKTERI**

PENELITIAN

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Bidang Rekayasa Tekstil**



Oleh:

Nama : Hakiki Justitia K. Nama : Andi Tasyrah A.

No. Mahasiswa : 20526025 No. Mahasiswa : 20526028

**PROGRAM STUDI REKAYASA TEKSTIL
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2023

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL

PENGEMBANGAN SINTETIS PVA-ALGINAT DENGAN
CROSSLINKING ASAM SITRAT YANG MENGANDUNG EKSTRAK
DAUN SIRIH SEBAGAI PEMBALUT LUKA (*WOUND DRESSING*)
ANTIBAKTERI

PENELITIAN

Saya yang bertanda-tangan dibawah ini:

Nama : Hakiki Justitia K. Nama : Andi Tasyrah A.

No. Mahasiswa: 20526025 No. Mahasiswa: 20526028

Yogyakarta, 20 Desember 2023

Menyatakan bahwa seluruh hasil Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Td. Tangan



10000
METERAI
TEMPEL
48C05AKX777565101

Hakiki Justitia K.

Td. Tangan



10000
METERAI
TEMPEL
C342FAKX777565106

Andi Tasyrah A.



UNIVERSITAS
ISLAM
INDONESIA

**SURAT PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING
PRODI REKAYASA TEKSTIL FTI UII**

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Yang bertanda tangan di bawah ini, Dosen Pembimbing Tugas Akhir di lingkungan Prodi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknologi Industri UII menerangkan:

Nama : Hakiki Justitia K

NIM : 20526025

Bahwa mahasiswa tersebut di atas dapat mendaftarkan diri pada ujian pendadaran.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 07 Desember 2023

Dosen Pembimbing,

Dr. Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**PENGEMBANGAN SINTETIS PVA-ALGINAT DENGAN
CROSSLINKING ASAM SITRAT YANG MENGANDUNG EKSTRAK
DAUN SIRIH SEBAGAI PEMBALUT LUKA (*WOUND DRESSING*)
ANTIBAKTERI**

PENELITIAN

Oleh:

Nama : Hakiki Justitia Kuswono

No. Mahasiswa: 20526025

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Bidang Rekayasa Tekstil
Program Studi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas
Islam Indonesia

Yogyakarta, 20 Desember 2023

Tim Penguji,

Dr. Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

Ketua

Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.

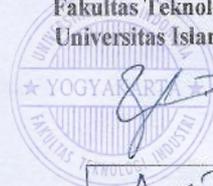
Anggota I

Ir. Agus Taufiq, M.Sc.

Anggota II

Mengetahui:

Ketua Program Studi Rekayasa Tekstil
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Ir. Agus Taufiq, M.Sc.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini kami persembahkan untuk orang tua, keluarga, teman dan teruntuk diri kami sendiri yang telah berjuang dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Puja dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Pengembangan Sintetis PVA-alginat dengan *Crosslinking* Asam Sitrat yang Mengandung Ekstrak Daun Sirih Sebagai Pembalut Luka (*Wound Dressing*) Antibakteri”**.

Tugas Akhir ini dibuat untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 di Program Studi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia. Selain itu, Tugas Akhir ini dibuat sebagai salah satu wujud implementasi dari ilmu yang didapatkan selama masa perkuliahan. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, penulis berharap dapat belajar lagi dalam mengimplementasikan ilmu yang didapatkan. Tugas Akhir ini tentunya mendapatkan bimbingan, masukan dan arahan dari berbagai pihak. Bersamaan dengan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Agus Taufiq M.Sc. selaku ketua Program Studi Rekayasa Tekstil Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan serta bimbingannya.
3. Orang tua tercinta yang senantiasa mendoakan, memberikan dukungan dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Teman teman yang selalu memberikan support dan nasehat sehingga mampu sampai pada tahap ini dan menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Semua pihak yang berkontribusi membantu dan tidak dapat disebutkan

satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis sangat mengharap kritik dan saran serta semoga apa yang penulis peroleh dapat bermanfaat bagi para pembaca. Aamiin.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Yogyakarta, 07 Desember 2023

Penulis

INTISARI

PVA dan alginat merupakan polimer yang sering digunakan dalam pengaplikasian pembalut luka (*wound dressing*). Penambahan asam sitrat sebagai *agent crosslinking* diharapkan mampu meningkatkan kerja dari polimer tersebut. Penambahan antibakteri daun sirih bertujuan mempercepat proses penyembuhan luka. Seiring penambahan konsentrasi alginat dari 0%-50% maka ketebalan film akan meningkat dari 0,116 mm hingga 0,132 mm akan tetapi sifat mekanik pada hidrogel film menurun. Stabilitas terhadap air hidrogel film menunjukkan adanya kelarutan terhadap air yaitu -100, -7,27 dan -41,67. Kemudian adanya penyerapan terhadap air yaitu 15,87 dan 32,47 seiring ditambahnya konsentrasi alginat. Spektrum FTIR yang dihasilkan menunjukkan rentang nilai 400-4000 cm^{-1} dengan kandungan PVA/Ag/CA/DS didapatkan gugus fungsi yang terkandung yaitu: C=C, C=O, OH, -OH dan C=N. Pada uji aktivitas antibakteri diketahui bahwa hidrogel film memiliki kemampuan aktivitas antibakteri yang kuat pada bakteri *S. aureus* dengan zona hambat 12 mm dan tergolong sedang pada bakteri *E coli* dengan zona hambat 7 mm.

Kata kunci : Hidrogel Film; Pembalut Luka; Antibakteri.

ABSTRAC

*PVA and alginate are polymers that often used in wound dressing applications. The addition of citric acid as a cross-linking agent is expected to improve the performance of the polymer. The antibacterial addition of Piper Betle L aims to speed up the wound healing process. As the alginate concentration increases from 0% to 50%, the film thickness increased from 0.116 mm to 0.132, but the mechanical properties of the hydrogel film decreased. The stability of the hydrogel film in water showed a water solubility of -100, -7.27 and -41.67. Then the water absorption was 15.87 and 32.47 along with increasing alginate concentration. FTIR spectrum showed a value range of 400-4000 cm^{-1} with the content of PVA/Ag/CA/DS, the functional groups contained are: C=C, C=O, OH, -OH and C=N. In the antibacterial activity test, it was found that the hydrogel film had strong antibacterial activity on *S. aureus* bacteria with a inhibition zone of 12 mm and had moderate on *E coli* bacteria with an inhibition zone of 7 mm.*

Key words: Hydrogel Film; Wound Dressing; Antibacterial.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL	iii
SURAT PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI	v
LEMBAR PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Luka.....	5
2.2 Pembalut Luka.....	67
2.3 PVA (Polivinil Alkohol)	7
2.4 Alginat	9
2.5 Crosslinking.....	10
2.6 Daun sirih (<i>Piper Betle L</i>)	12
2.7 Bakteri <i>Staphyhylococcus aureus</i>	13
2.8 Bakteri <i>Escherechia coli</i>	15
BAB III METODOLOGI.....	17
3.1 Lokasi Penelitian	17
3.2 Bahan.....	17
3.3 Peralatan	17
3.4 Prosedur dan Pengumpulan Data.....	18
3.4.1 Ekstraksi Daun Sirih	18
3.4.2 Sintetis Hidrogel.....	19

3.4.3	Uji Karakteristik Hidrogel Film	19
3.4.4	Uji Kekuatan Tarik dan Mulur	20
3.4.5	Uji FTIR	20
3.4.6	Uji Stabilitas Terhadap Air	20
3.4.7	Uji Antibakteri	21
3.5	Pengolahan dan Analisis Data	21
BAB IV PEMBAHASAN		22
4.1	Uji Karakteristik Fisik Hidrogel Film	22
4.2	Uji Kekuatan Tarik dan Mulur	23
4.3	Uji Stabilitas Terhadap Air	26
4.4	Uji FTIR	27
4.5	Uji Antibakteri	30
BAB V PENUTUP		32
5.1	Kesimpulan	32
5.2	Saran	33
DAFTAR PUSTAKA		34
LAMPIRAN		42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakter fisik dari polivinil alkohol (Faiz, 2015).....	7
Tabel 3. 1 Kode perlakuan sampel.....	19
Tabel 4. 1 Intrepretasi gugus fungsi hidrogel film.....	29
Tabel 4. 2 Hasil uji aktivitas antibakteri pada bakteri <i>S. Aereus</i> dan <i>E. Coli</i>	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Polivini alkohol.....	7
Gambar 2. 2 Alginat.....	9
Gambar 2. 3 Struktur kimia alginat.....	10
Gambar 2. 4 <i>Crosslinking</i>	11
Gambar 2. 5 Daun sirih.....	14
Gambar 2. 6 Bakteri <i>Staphyhylococcus aureus</i>	15
Gambar 2.7 Bakteri <i>Echerecia Coli</i>	16
Gambar 3.1 Prosedur Pengumpulan Data	18
Gambar 4. 1 Grafik nilai rata - rata ketebalan hidrogel film.....	22
Gambar 4. 2 Nilai uji kekuatan tarik.....	24
Gambar 4. 3 Nilai uji kemuluran	25
Gambar 4. 4 Uji stabilitas terhadap air	26
Gambar 4. 5 Grafik FTIR.....	28
Gambar 4. 6 Aktivitas Antibakteri <i>S. Aereus</i>	31
Gambar 4. 7 Aktivitas antibakteri <i>E. Coli</i>	31

DAFTAR NOTASI

°C	= Satuan Suhu
N	= Satuan gaya
g/cm	= Massa jenis
gr	= Satuan massa
ml	= Satuan volume
mm	= Satuan panjang atau diameter

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pembalut luka (*wound dressing*) merupakan suatu bahan yang digunakan untuk menutupi atau melindungi luka. Pembalut luka (*wound dressing*) harus memiliki sifat – sifat sebagai berikut, yaitu: melindungi luka dari infeksi dan lingkungan, mudah diaplikasikan dan dilepas setelah penggunaan, tahan lama, dapat disterilkan, dapat mengatur kelembabapan luka, tidak toksik dan tidak menimbulkan alergi.

Produk pembalut luka (*wound dressing*) sendiri dapat dibedakan menjadi tiga yaitu: hidrogel, nanofiber, dan hidrogel film. Salah satu produk pembalut luka (*wound dressing*) yang umumnya terdapat dipasaran adalah hidrogel film karena memiliki sifat yang ramah terhadap kulit, steril, film yang tipis sehingga memberikan kenyamanan saat dipakai, pengaplikasian yang mudah, sirkulasi udara yang baik dapat mengurangi resiko terjadinya mesirasi. Hidrogel film dibagi menjadi tiga berdasarkan asalnya, yaitu: hidrogel film dari polimer alami, sintetik dan kombinasi dari keduanya. Polimer alami atau disebut juga dengan biopolimer yang digunakan pada hidrogel film meliputi alginat, kitosan, dll. Sedangkan material dari polimer sintetik yang digunakan untuk hidrogel film yakni polivinil alkohol (PVA), poliakrilamida, dll. Penggunaan polimer kombinasi antara biopolimer dan polimer sintetik meliputi PVA/kitosan, PVA/pati, PVA/alginat (Yasin, 2023).

PVA dengan sifat biokompatibel, nontoksik serta larut dalam air ini mampu menjadikan PVA banyak digunakan dalam bidang kesehatan maupun

farmasi contohnya sebagai pembalut luka. Selain itu PVA juga memiliki sifat yang sangat baik dalam pembentukan film sehingga cocok untuk digunakan pada pembuatan hidrogel film. Alginat merupakan polisakarida yang berasal dari rumput laut coklat yang memiliki karakteristik cukup baik sehingga banyak digunakan dalam bidang medis. Adapun alginat banyak digunakan dalam bidang medis dikarenakan memiliki sifat yang biodegradable, biokompatibel dan antibakteri serta tidak menyebabkan alergi. Maka dari itu alginat dapat digunakan sebagai bahan pembalut luka sebab daya absorpsi tinggi untuk menutup luka dan mempercepat penyembuhan luka (Theresia Mutia, 2012).

Crosslinking merupakan metode yang direkomendasikan untuk meningkatkan kinerja dan penerapan hidrogel film (Sharmin dkk., 2022). Pada penelitian sebelumnya belum pernah dibahas mengenai penambahan *agent crosslinking* dalam pembuatan hidrogel film dengan sintesis PVA-alginat sebagai pembalut luka (*wound dressing*). Penambahan *agent crosslinking* dapat memperbaiki sifat mekanik pada pembalut luka (*wound dressing*) (Hu dkk., 2019). Pada penelitian ini menggunakan pengikat silang berupa asam sitrat (AS) karena memiliki sifat yang tidak beracun dan murah. Pembuatan hidrogel film dengan pengikat silang asam sitrat menunjukkan ketahanan terhadap air yang lebih baik (Wu dkk., 2019).

Dalam proses penyembuhan luka diperlukan bahan antibakteri untuk mempercepat proses penyembuhan luka. Penggunaan bahan alami berupa ekstrak daun sirih sebagai antibakteri. Daun sirih mampu menghambat perkembangan berbagai macam bakteri karena mengandung minyak atsiri

sebesar 4,2%. Sehingga ekstrak daun sirih memiliki kemampuan antibakteri yang tinggi juga antioksidan.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana proses sintesis hidrogel film Pva/alginat dengan *crosslinking* asam sitrat sebagai pembalut luka antibakteri?
- b. Bagaimana komposisi atau rasio perbandingan yang paling optimum pada PVA/alginat dengan *crosslinking* asam sitrat sebagai pembalut luka antibakteri?
- c. Bagaimana pengaruh konsentrasi ekstrak daun sirih sebagai zat antibakteri yang diaplikasikan pada hidrogel film PVA/alginat dengan *crosslinking* asam sitrat.

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini diberikan batasan masalah dengan memfokuskan pada pembuatan dan karakteristik hidrogel film PVA/Alginat dengan tambahan ekstraksi daun sirih sebagai antibakteri. Rancangan penelitian ini meliputi ekstraksi daun sirih, sintesis hidrogel film, uji karakteristik hidrogel film, uji kekuatan tarik dan mulur, uji stabilitas terhadap air, uji FTIR, dan uji antibakteri.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari latar belakang rumusan masalah didapatkan tujuan penelitian sebagai berikut:

- a. Mengetahui proses sintesis hidrogel film PVA/alginat dengan *crosslinking* asam sitrat sebagai pembalut luka antibakteri.

- b. Mengetahui komposisi atau rasio perbandingan yang paling optimum pada PVA/Alginat dengan *crosslinking* asam sitrat sebagai pembalut luka antibakteri.
- c. Mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak daun sirih sebagai zat antibakteri yang diaplikasikan pada hidrogel film PVA/alginat dengan *crosslinking* asam sitrat.

1.5 Manfaat Penelitian

- a. Manfaat Teoritis

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan terkait proses dari pembalut luka (*wound dressing*) hidrogel film PVA/alginat dengan penambahan ekstrak daun sirih sebagai antibakteri terutama untuk pengembangan material tekstil yang berasal dari gabungan serat natural dan serat sintetik dibidang tekstil medis (*medical textile*).

- b. Manfaat Praktis

- Manfaat bagi peneliti dan mahasiswa

Dapat menambah pengetahuan dan wawasan dan dapat menerapkan praktek sesuai dengan teori yang telah dipelajari. Dan dapat dijadikan sebagai referensi untuk penelitian yang akan dilakukan sebagai tugas akhir maupun tugas kuliah.

- Manfaat bagi universitas

Sebagai penyediaan literatur maupun sebagai penambahan koleksi perpustakaan untuk dapat memberikan referensi kepada mahasiswa terkait penelitian yang dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Luka

Lapisan kulit terdiri dari epidermis dan dermis. Dimana epidermis terdapat sel primer berupa keratinosit dan dermis berisi folikel rambut, kelenjar *sebaceous*, kelenjar keringat, pembuluh darah, dan serabut saraf. Kulit memiliki fungsi sebagai pelindung terhadap sinar UV dan berfungsi sebagai penghalang terhadap kimia, mekanis dan termal. Selain itu, kulit juga terlibat dalam proses vitamin D (Nagle, 2018). Hilangnya integritas sebagian besar kulit akibat penyakit atau cedera dapat menyebabkan kecacatan atau bahkan kematian (Ávila-Salas dkk., 2019).

Luka dapat didefinisikan sebagai kerusakan pada kulit serta struktur lapisan epidermis atau dermis (Yasin dkk., 2023). Luka dapat menyebabkan kerusakan fungsi dari perlindungan kulit akibat hilangnya kontinuitas jaringan epitel dengan atau tanpa kerusakan jaringan lain (Wintoko dkk., 2020). Luka dapat dikategorikan sebagai luka akut dan kronis tergantung pada durasi dan sifat proses penyembuhan (Yasin dkk., 2023).

Contoh luka akut seperti luka pisau, luka lepuh ringan, kulit pecah, luka yang terjadi secara tiba-tiba dan dalam proses penyembuhan membutuhkan waktu yang lebih cepat, yaitu sekitar dua sampai tiga minggu. Sedangkan contoh dari luka kronis seperti ulkus kaki diabetik, cedera radiasi kronis, luka bakar dalam atau melepuh dan dalam proses penyembuhan membutuhkan waktu yang lebih lama, yaitu empat sampai enam minggu (Ávila-Salas dkk., 2019).

2.2 Pembalut Luka (*Wound Dressing*)

Hidrogel dapat didefinisikan sebagai jaringan polimer tiga dimensi yang mampu menyerap air tanpa larut (Chopra dkk., 20220). Hidrogel dibentuk melalui ikatan silang hidrogen atau kovalen dengan melalui proses reaksi fisik atau kimia. Keunggulan dari karakteristik hidrogel adalah memiliki daya serap air yang tinggi, biokompabilitas yang baik, dapat melembabkan permukaan kulit, biodegradabilitas dan adhesi yang efisien sehingga dapat mempercepat proses penyembuhan luka. Hidrogel dapat diaplikasikan dalam penyembuhan luka, rekayasa jaringan, dan penghantar obat (Biu, 2018).

Pada pembalut luka (*wound dressing*) hidrogel film berbentuk lembaran dengan kandungan air yang tinggi, menyerupai jaringan alami pada makhluk hidup. Hidrogel film memiliki kemampuan yang baik dalam stabilitas pH asam dan penyerapan cairan luka. Pembalut luka hidrogel mempunyai permeabilitas oksigen yang rendah sehingga tekanan oksigen diluar permukaan luka menjadi lebih tinggi sehingga berdampak pada cepatnya pembentukan kolagen pada jaringan luka secara alami (Tarmidzi, dkk., 2020).

Hidrogel film dapat diklasifikasikan menjadi tiga berdasarkan asalnya, yaitu: hidrogel dari polimer alami, polimer sintetik, dan kombinasi dari keduanya. Polimer alami atau biopolimer termasuk alginat, kitosan, selulosa, gelatin, pati, asam hialuronot, dll. Polimer sintetik seperti polivinil alkohol (PVA), poliakrilamida, polietilenglikol (PEG), dll. Polimer kombinasi dari kedua polimer atau biasa dikenal sebagai polimer hibrid, seperti kombinasi PVA/kitosan, PVA/pati, PVA/alginat, poliakrilamida/kitosan, dll. Polimer

hibrid dilakukan agar dapat meningkatkan sifat fisiokimia, mekanik, biologis, dan dapat meningkatkan penyembuhan luka (Yasin, 2023).

2.3 PVA (Polivinil Alkohol)



Gambar 2. 1 Polivini alkohol

Polivinil alkohol memiliki rumus kimia $[(C_2H_4OH)]$. Polivinil alkohol atau PVA merupakan polimer ikatan silang yang memiliki karakteristik hidrofilik, biokompatibel serta tidak beracun. PVA adalah polimer sintetik yang diproduksi oleh hidrolisis dari polivinil asetat. Dengan sifat nontoksik dan larut dalam air menjadikan PVA banyak digunakan dalam bidang kesehatan maupun medis dan juga farmasi (Theresia Mutia, 2012).

Tabel 2. 1 Karakter fisik dari polivinil alkohol (Faiz, 2015)

Karakter	Nilai
Densitas	1.19-1.31 g/cm ³
Titik Leleh	180-240°C
Titik Didih	228°C
Suhu Penguraian	180°C

Sifat struktural polimer PVA tergantung pada tingkat polimerisasi dan tingkat hidrolisis, yaitu rasio dua monomer. Karena pada struktur nya memiliki gugus fungsi reaktif, maka dari itu PVA memiliki perubahan kimia seperti esterifikasi dan eterifikasi, serta perubahan fisik seperti kristalisasi dan kompleks ion-polimer. (Ariany, 2019)

PVA telah dimanfaatkan dan diproduksi luas pada beberapa aplikasi salah satunya dalam bidang medis maupun farmasi berupa pembalut luka, selain dalam bidang medis PVA juga banyak digunakan dalam bidang kosmetik yaitu sebagai masker wajah (Felasih, 2010). Sekarang ini PVA juga telah dikembangkan untuk material pada tekstil medis yang merupakan salah satu dari teknikal tekstil pada bidang tekstil maju. Penggunaan PVA pada tekstil maju salah satunya sebagai pembalut luka yang dapat berupa hidrogel dan hidrogel film.

Beberapa penelitian mengenai PVA sebagai pembalut luka digunakan karena PVA memiliki karakteristik yang tidak mudah larut dalam sebagian pelarut organik dan minyak. Untuk tidak dapat larut dalam air dilakukan penggabungan PVA dengan alginat dalam bentuk komposit sebagai suatu bahan dalam pembuatan hidrogel (Fadillah, 2021).

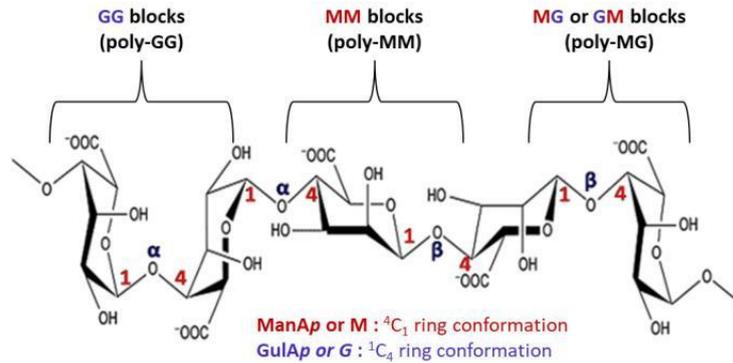
2.4 Alginat



Gambar 2. 2 Alginat

Alginat merupakan polisakarida alami yang diekstraksi dari dinding sel beberapa spesies ganggang coklat (*phaeophyceae*), berupa *laminaria*, *Macrocystis* dan *Acscophyllum*. Adapun alginat ini yang merupakan polimer yang berasal dari blok linier asam, β -D-mannuronic acid (M) dan α -L-guluronic acid (G), dengan alginat yang memiliki kandungan MG yang tertentu mempengaruhi sifat fisik serta pemanfaatan industrinya (Arash Jahandideh, 2021).

Molekul alginat berbentuk polimer linier tak bercabang dan tersusu dari 700-1000 residu asam D-manuronat yang memiliki ikatan diekuatorial 4C_1 , dan asam L-gulunorat memiliki ikatan 1C_4 . Adapun rantrai yang terdiri atas 3 segmen polimer yang berbeda terlihat pada gambar 2.4 (Faiz, 2015)



Gambar 2. 3 Struktur kimia alginat

Sumber: Abka-Khajouei, dkk. 2022

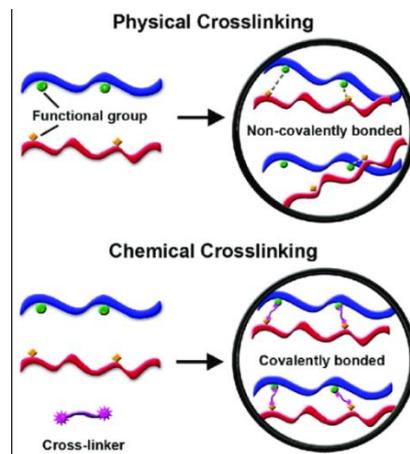
Sifat alginat sendiri dapat menjadi senyawa pembuat gel yang sangat baik serta mampu menahan air dalam jumlah yang banyak. Dengan sifat tersebut menjadikan alginat cukup bagus dalam bahan pembuatan pembalut luka (*wound dressing*).

Serat natrium alginat merupakan jenis serat yang berbasis alginat lainnya yang digunakan dalam pembalut luka (*wound dressing*). Serat kalsium/natrium alginat dibuat dengan mengganti sebagian ion kalsium dengan ion natrium. Ini karena ion natrium meningkatkan penyerapan air dalam serat ini, dan ion kalsium menjaga integritas basah (Jahandideh, 2021).

2.5 Crosslinking

Crosslinking merupakan metode yang sangat direkomendasikan dan menjanjikan untuk meningkatkan kinerja dan penerapan hidrogel film berbasis polimer polisakarida (Sharmin dkk., 2022). Hidrogel film dibuat dengan pembentukan *crosslinking* dari jaringan polimer yang stabil. *Crosslinking* dapat mempengaruhi sifat mekanik dan biokimia pada hidrogel film. Bahkan jika hidrogel film dengan unsur yang sama tetapi metode *crosslinking* yang

berbeda akan mempunyai fungsi yang berbeda – beda. Terdapat dua metode *crosslinking*, metode fisika dan metode kimia (Hudik, 2019).



Gambar 2. 4 Crosslinking

Sumber: Kardikhan 2022

Pada penelitian ini menggunakan polimer alami berupa alginat karena merupakan polimer yang biodegradabel dan biokompatibel sehingga cocok untuk aplikasi medis. Selain itu, dalam pembuatan hidrogel film alginat dapat digunakan bersama dengan polimer tambahan seperti PVA atau Polivinil Alkohol (Bialik-Waş dkk., 2021). PVA memiliki sifat tidak beracun, dan biokompatibilitas yang baik sehingga cocok untuk aplikasi biomedis seperti pembalut luka (*wound dressing*). Akan tetapi, sifat PVA yang mudah larut dalam air dapat membatasi penggunaannya dalam berbagai aplikasi sehingga untuk menurunkan kelarutan PVA dengan melakukan *crosslinking* dengan pengikat silangnya (Nataraj dkk., 2020).

Penggunaan asam sitrat (AS) sebagai pengikat silang dikarenakan memiliki sifat yang tidak beracun dan murah, serta memiliki kemampuan untuk bereaksi dan menstabilkan bahan polisakarida dengan efisiensi yang tinggi. Pada penelitian sebelumnya, telah dilaporkan bahwa penambahan

pengikat silang berupa asam sitrat menunjukkan ketahanan terhadap air yang lebih baik (Wu dkk., 2019).

2.6 Daun Sirih (*Piper Betle L*)



Gambar 2. 5 Daun sirih

Sumber: Himawan Hadi, P. 2021

Daun sirih (*Piper Betle L*) merupakan tanaman yang banyak digunakan sebagai alternative pengobatan tradisional. Tanaman daun sirih merupakan tanaman yang tergolong kedalam famili *Piperaceae* yang hidup merambat serta menjalar. Bagian-bagian tumbuhan sirih ini, seperti akar, biji, dan daun, dapat digunakan untuk pengobatan; namun, bagian daun yang paling sering digunakan untuk pengobatan (Effendi, 2020). Klasifikasi tanaman sirih hijau adalah sebagai berikut (Dwivedi dan Tripathi, 2014) :

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Magnoliphyta
Kelas	: Magnolipsida
Ordo	: Piperales

Famili : Piperaceae
Genus : *Piper*
Spesies : *Piper betle L.*

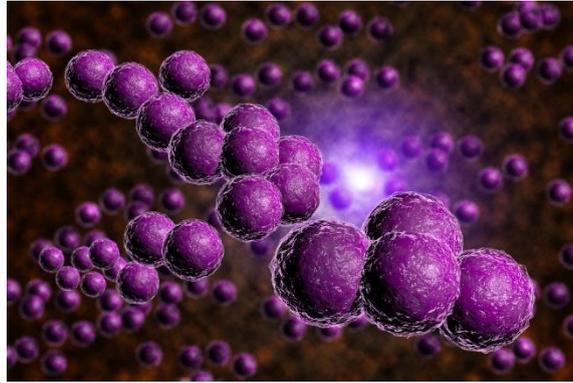
Penarikan senyawa aktif atau zat pokok dari bahan simplisia dengan menggunakan larutan penyari dikenal sebagai ekstraksi. Ekstrak daun sirih diperoleh dari proses penguapan menggunakan *rotary evaporator* untuk menghasilkan ekstrak yang pekat (Handoyo, 2020). Bagian daun sirih yang banyak digunakan karena memiliki kandungan minyak atsiri sebanyak 4,2% dan sebagian besar komposisinya terdiri dari betephenol dan flavonoid yang berfungsi sebagai agen antibakteri (Hilma Haliatus Sadiyah, 2022).

Pada penelitian ini menggunakan konsentrasi ekstrak daun sirih 30% dan 60% didasari pada penelitian sebelumnya (Sujono, 2019 dan Alydrus, 2022) menyatakan bahwa aktivitas antibakteri daun sirih hijau terhadap bakteri *Staphyhylococcus aureus* pada konsentrasi 30% tergolong kuat dan pada konsentrasi 60% tergolong sangat kuat.

2.7 Bakteri *Staphyhylococcus aureus*

Staphyhylococcus aureus merupakan bakteri patogen utama yang menyebabkan berbagai macam penyakit klinis. *Staphyhylococcus aureus* berupa bakteri gram positif berwarna ungu dimana cenderung tersusun berkelompok menyerupai anggur seperti gambar 2.6. Selain dapat ditemukan di lingkungan sekitar bakteri ini juga dapat ditemukan di tubuh manusia, contohnya di permukaan kulit dan selaput lendir (banyak ditemukan di daerah hidung). *S. aereus* tidak menyebabkan infeksi pada kulit yang sehat akan tetapi dapat meyebabkan infeksi yang serius jika dibiarkan memasuki sel aliran darah

atau jaringan internal (Taylor, dkk. 2023). Bakteri ini tumbuh pada suhu optimum 37°C akan tetapi membentuk pigmen yang baik pada suhu kamar (20-25 °C) (Prayoga 2013).



Gambar 2. 6 Bakteri *Staphylococcus aureus*

Sumber: dr. Iskandar Zulkarnain Sp.KK. (2019).

Sistematika *Staphylococcus aureus* adalah sebagai berikut, (Prayoga 2013):

Divisi : Protophyta

Kelas : Schizomycetes

Bangsa : Eubacteriales

Suku : Micrococcaceae

Marga : *Staphylococcus*

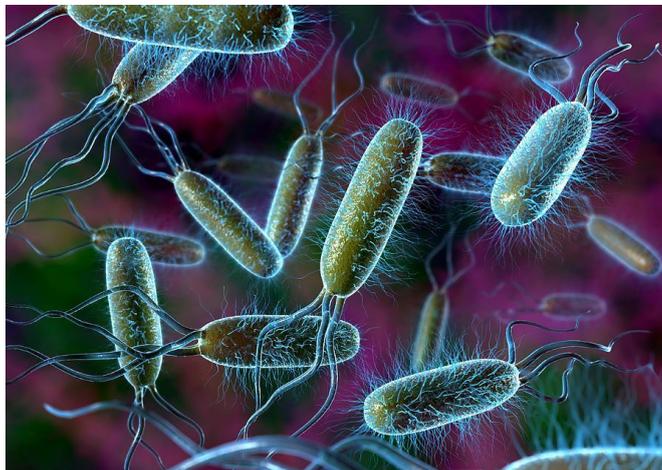
Jenis : *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus merupakan penyebab utama dari infeksi luka. Jika lapisan permukaan kulit mengalami luka akibat dari gesekan, goresan atau penyakit kulit lainnya, bakteri ini akan masuk ke pembuluh darah sehingga menyebabkan bakteremia dan infeksi organ tubuh manusia. Infeksi

S. aureus pada kulit dapat berupa impetigo, selulitis, bisul, dan lain sebagainya. Bakteri *S. aureus* bersifat sangat mudah menular melalui luka dan kontak langsung dari kulit ke kulit ataupun tidak langsung (Hanina, dkk. 2022).

2.8 Bakteri *Escherechia coli*

Escherechia coli merupakan bakteri yang bersifat Gram-negatif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, dan flora alami pada usus mamalia. *Escherechia coli* merupakan salah satu bakteri yang termasuk dalam famili *Enterobacteriacease* dimana famili ini dapat hidup dan bertahan di dalam saluran pencernaan. Bakteri *E. coli* memiliki kemampuan secara fisiologi untuk bertahan hidup pada kondisi lingkungan yang sulit. Bakteri ini juga mampu hidup di air tawar, air laut, atau di tanah. Pertumbuhan *E. coli* yang paling optimum pada suhu 37 dengan waktu 30 menit.



Gambar 2. 7 Bakteri Echerecia coli

Sumber: Prof. Dr. Mustofa Helmi Effendi, drh., DTAPH. (2020).

Bakteri ini dapat bermanfaat bagi manusia, misalnya mencegah terjadinya kolonisasi bakteri patogen pada pencernaan manusia. Akan tetapi, ada kelompok lain yang menyebabkan penyakit pada manusia, yang biasa

dikenal dengan *E. coli* patogen (Rahayu, dkk. 2018). *Escherechia coli* patogen ini lah yang menyebabkan infeksi primer pada usus, diare, dan juga mampu menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain di luar usus, seperti infeksi pada ulkus decubitus daerah sakrum (Alfi, dkk. 2011).

BAB III

METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano, Prodi Rekayasa Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia yang berlokasi di Jalan Kaliurang No.Km. 14,5, Krawitan, Umbulmartani, Kec. Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Alasan penentuan lokasi penelitian ini, terdapat peralatan dan bahan yang dibutuhkan untuk penelitian dan cukup lengkap.

3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah bubuk daun sirih yang diperoleh dari Toko Kusuma Dewi dan etanol 96% (teknis) yang didapatkan dari Sentra Bahan Kimia Laboratorium Jogja. Kedua bahan ini digunakan untuk ekstraksi daun sirih. Kemudian untuk bahan yang digunakan sintesis hidrogel film adalah PVA (teknis), alginat (teknis), aquades dan asam sitrat (teknis). Ketiga bahan ini diperoleh dari Laboratorium Proses Kimia Tekstil dan Nanoteknologi, Prodi Rekayasa Tekstil, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

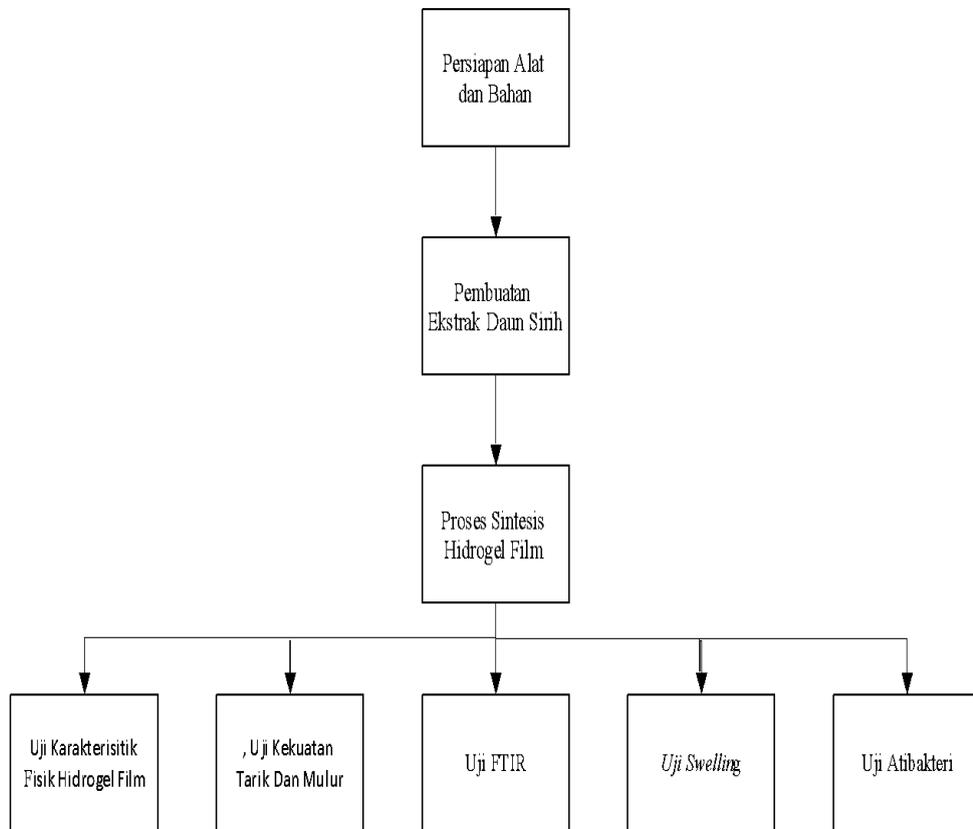
3.3 Peralatan

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- a. Oven
- b. Timbangan digital
- c. Pinset
- d. *Erlenmeyer*

- e. Pipet tetes
- f. Cawan petri
- g. Mesin tanso lab
- h. *Rotary evaporator*
- i. *Hot plate magnetic stirrer*

3.4 Prosedur dan Pengumpulan Data



Gambar 3. 1 Prosedur dan pengumpulan data

3.4.1 Ekstraksi Daun Sirih

Sebanyak 100 g serbuk daun sirih direndam dalam erlenmeyer menggunakan larutan etanol 96% sebanyak 600 ml pada suhu kamar selama 3 x 24 jam. Kemudian hasil rendaman disaring untuk membedakan filtrat dengan

ampas. Filtrat yang diperoleh dipekatkan dengan *rotary evaporator* dengan suhu 45°C selama 10 menit.

3.4.2 Sintetis Hidrogel Film

Pada penelitian ini dilakukan perlakuan sebanyak 6 perlakuan dengan 3 kali ulangan.

Tabel 3. 1 Kode perlakuan sampel

PVA/Alginat	Kode	Daun Sirih 30%	Daun Sirih 60%
100/0	1	A1	B1
75/25	2	A2	B2
50/50	3	A3	B3

Sintesis hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dilakukan dengan mencampurkan PVA dan alginat sesuai dengan kode perlakuannya dengan aquades sebanyak 48 ml dan asam sitrat sebanyak 0,3 gram, kemudian distirrer selama 2 jam hingga homogen dengan suhu konstan yaitu 60°C. Larutan PVA/alginat dicampurkan dengan ekstrak daun sirih 30% dan 60% kemudian setiap variasi distirrer selama 1 jam dengan suhu konstan yaitu 60°C. Larutan yang terbentuk dituangkan pada cawan petri dan dikeringkan menggunakan oven selama 15 jam dengan suhu 50°C sehingga didapatkan hidrogel film.

3.4.3 Uji Karakteristik Fisik Hidrogel Film

Pengujian ini berupa pengukuran ketebalan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dengan menggunakan alat *Thickness Gauge*. Dimana alat ini memiliki ketelitian sebesar 0,001 mm. Sampel dijepitkan diantara dua elektroda kemudian hasil dari pengujian akan muncul dilayar display. Setiap pengujian pada sampel dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali agar hasil yang didapat lebih akurat.

3.4.4 Uji Kekuatan Tarik dan Mulur

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat Tenso Lab dan program *software* yang sudah saling terkoneksi. Setiap variasi sampel dipotong dengan ukuran 2.5 cm x 8 cm. Kemudian *setting* dan jepit sampel pada alat Tenso Lab kemudian tekan start maka sampel akan ditarik ke atas. Nilai kekuatan tarik dan mulur akan ditampilkan pada monitor step demi step sampai sampel putus secara otomatis.

3.4.5 Uji FTIR

Dilakukannya pengujian FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi sintetis antara PVA, alginat, asam sitrat dan daun sirih yang terdapat pada hidrogel film. Pengujian ini dilakukan pada sampel hidrogel film dengan ukuran 2 cm x 2 cm kemudian sampel dimasukkan ke dalam tabung FTIR. Hasil dari pengujian FTIR berupa kurva transmittansi terhadap bilangan gelombang.

3.4.6 Uji Stabilitas Terhadap Air

Pada pengujian ini dilakukan pada tiap variasi sampel hidrogel film dengan ukuran 2 cm x 2 cm. Kemudian tiap sampel direndam ke dalam aquades

sebanyak 30 ml selama 1 x 24 jam. Sampel dilakukan pengukurun beratnya sebelum dan sesudah proses perendaman.

3.4.7 Uji Anti Bakteri

Pengujian dilakukan pada sampel A2 untuk mengetahui aktivitas anti bakterinya. Pada percobaan ini dilakukan dengan metode sumuran (*zone inhibition*) dengan cara dengan cara membuat 3 lubang berukuran 5 mm dengan menggunakan sedotan steril pada media yang sudah menjadi agar (media lempeng) dan telah diinokulasi bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherechia coli* kemudian melihat hasil efektifitas antibakteri pada sampel ekstrak daun sirih.

3.4.8 Pengolahan dan Analisis Data

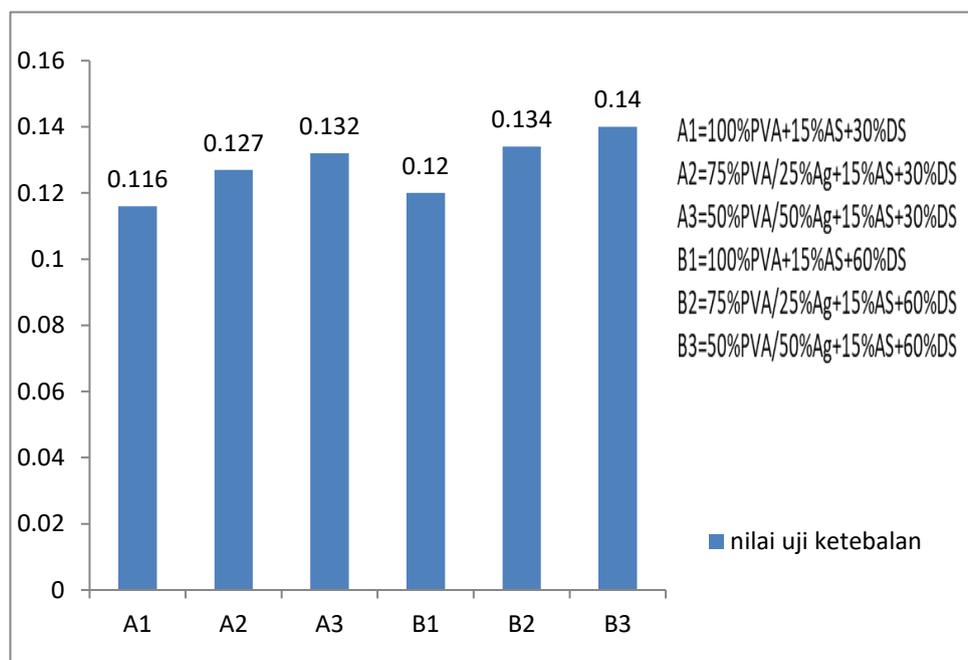
Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode statistik deskriptif. Dimana data yang diperoleh merupakan hasil dari uji karakteristik fisik hidrogel film, uji kekuatan Tarik dan mulur, uji FTIR, uji *swelling*, uji anti bakteri yang akan disajikan dalam bentuk tabel atau presentasi kurva sebagai dasar untuk pengambilan keputusan. Data – data yang telah diperoleh akan diolah lebih lanjut sampai diketahui kadar konsentrasi hidrogel film untuk aplikasi pembalut luka (*wound dressing*).

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Uji Karakteristik Fisik Hidrogel Film

Pada pengujian ini, menggunakan metode penentuan ketebalan hidrogel film. Ketebalan merupakan tebalnya hidrogel film yang dihasilkan setelah pengeringan. Rata – rata ketebalan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS pada sampel pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4. 1 Grafik nilai rata - rata ketebalan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS

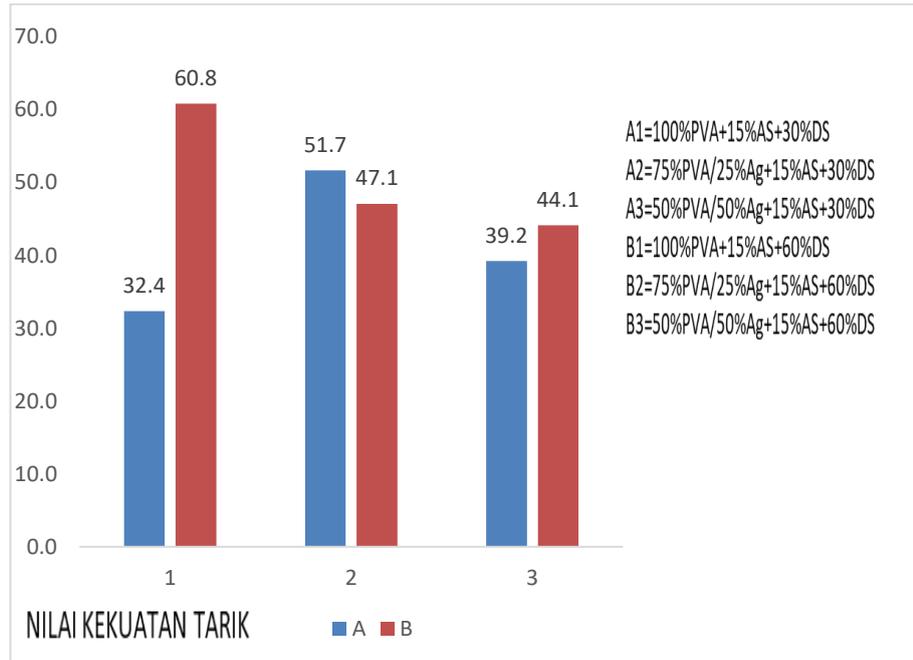
Berdasarkan Gambar 4.1, menunjukkan bahwa pada hidrogel film PVA/Ag/AS/DS sampel A1, A2, dan A3 mengalami kenaikan ketebalan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dari 0,116 mm menjadi 0,132 mm. Sedangkan untuk sampel B1, B2, dan B3 juga mengalami kenaikan ketebalan hidrogel film dari 0,12 mm menjadi 0,14 mm. Menurut (Senturk Parreidt, dkk. 2018),

struktur molekul alginat terdiri dari kopolimer tidak bercabang dari residu asam β -D-mannuronic acid (M) dan α -L-guluronic acid (G), yang berdampak pada sifat fisik dan kimia alginat serta viskositas dan ketebalan produk. Maka seiring ditambahkan alginat pada hidrogel film, ketebalan hidrogel film pun ikut meningkat.

Pada penelitian sebelumnya dijelaskan bahwa konsentrasi polimer mempengaruhi ketebalan hidrogel film. Semakin tinggi konsentrasi polimer, maka semakin tebal lapisan hidrogel filmnya (Sulastri, dkk. 2021). Jika dibandingkan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS (A) dengan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS (B), rata – rata ketebalan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS (B) lebih tinggi. Hal ini dikarenakan adanya penambahan daun sirih sebanyak 60% pada hidrogel film PVA/Ag/AS/DS (B) sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi daun sirih juga mempengaruhi ketebalan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS.

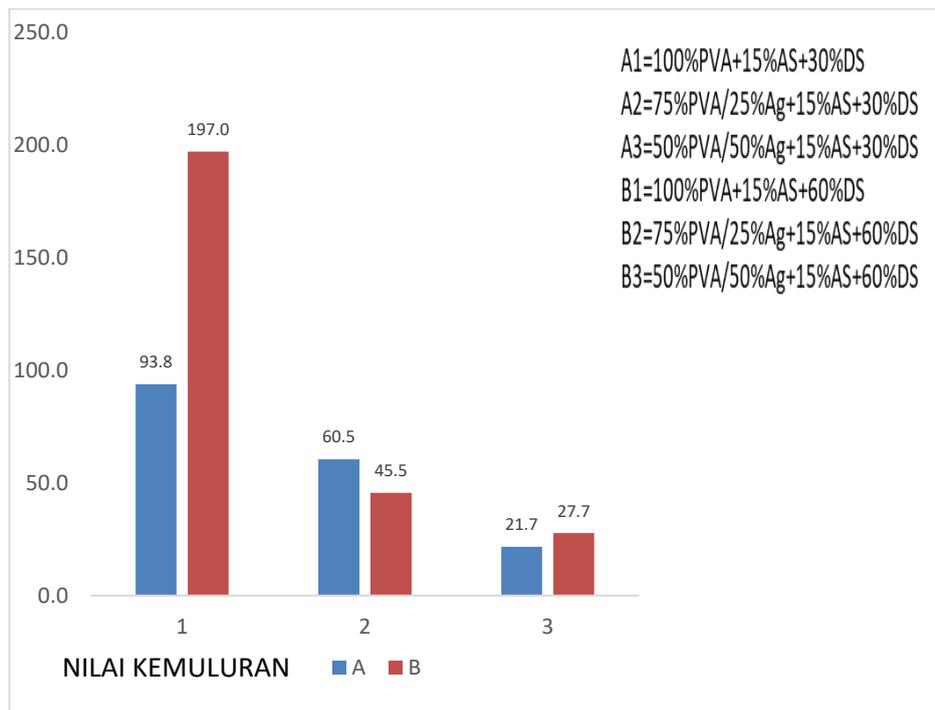
4.2 Uji Kekuatan Tarik dan Mulur

Sifat mekanik memainkan peran penting dalam hidrogel film sebagai aplikasi pembalut luka (*wound dressing*) (Sulastri, dkk. 2021). Biopolimer biasanya memiliki sifat mekanik yang rendah jika dibandingkan dengan polimer sintetik (Chuysinuan, dkk. 2023). Hal ini dapat dilaporkan pada Gambar 4.2 dan 4.3. Nilai kekuatan tarik pada pembalut luka (*wound dressing*) yang direkomendasikan adalah $>1\text{N/mm}$ dan kemuluran $>10\%$ (Sulastri, dkk. 2021).



Gambar 4. 2 Nilai uji kekuatan tarik.

Hasil pengujian tarik hidrogel film PVA/Ag/AS/DS ditampilkan pada Gambar 4.2. Dari data diperoleh hasil hidrogel film PVA/Ag/AS/DS (A1) memiliki kekuatan tarik yang lebih kecil, hal ini mungkin dipengaruhi oleh ketebalan hidrogel film yang lebih kecil jika dibandingkan dengan sampel hidrogel film yang lain. Menurut (Pereira, dkk. 2019), ketebalan merupakan parameter penting yang dapat mempengaruhi sifat tarik hidrogel film. Pada Gambar 4.2 memperlihatkan bahwa peningkatan konsentrasi rasio alginat berpengaruh pada kekuatan tarik pada hidrogel film PVA/Ag/AS/DS. Dari hasil pengujian dilaporkan bahwa penurunan kekuatan tarik sebesar 12% dari 51,7 N sampai 39,2 N merupakan efek dari penambahan alginat dari 25% (A2) menjadi 50% (A3) pada hidrogel film PVA/Ag/AS dengan konsentrasi ekstraksi daun sirih (DS) 30%. Penurunan kekuatan tarik ini juga terjadi pada hidrogel film PVA/Ag/AS dengan konsentrasi daun sirih (DS) 60% yaitu sebesar 3% dari 47,1 N (B2) sampai 44, 1 N (B3).

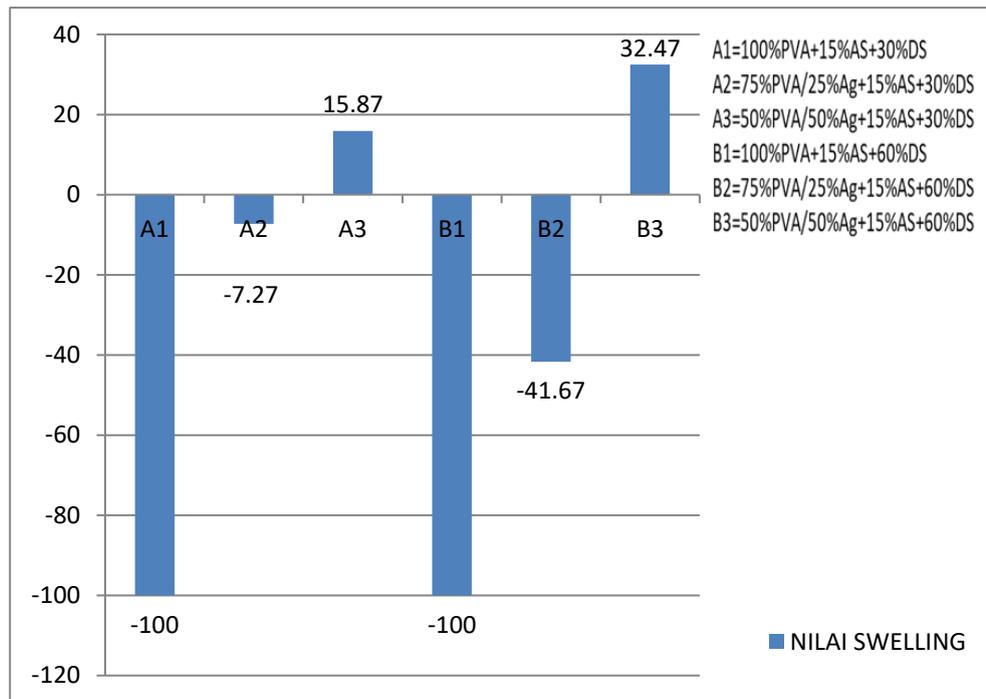


Gambar 4. 3 Nilai uji kemuluran.

Pada grafik 4.3 memperlihatkan hasil pengujian kemuluran hidrogel film PVA/Ag/AS/DS. Dari data diperoleh data bahwa data bahwa hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dengan komposisi 100% PVA sebagai material utama (A1 dan B1) memperlihatkan nilai kemuluran yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS pada sampel A2, B2, A3, dan B3 yang terdapat campuran biopolimer berupa alginat. Pencampuran alginat pada hidrogel film PVA/Ag/AS dengan konsentrasi ekstrak daun sirih (DS) 30% dan 60% juga memperlihatkan trend yang sama pada penurunan nilai kemuluran.

4.3 Uji Stabilitas Terhadap Air

Setelah hidrogel film PVA/Ag/AS/DS direndam dalam aquades selama 24 jam pada suhu ruang, sampel menunjukkan kelarutan dan penyerapan terhadap air, ditunjukkan pada Gambar 4.4



Gambar 4. 4 Uji stabilitas terhadap air

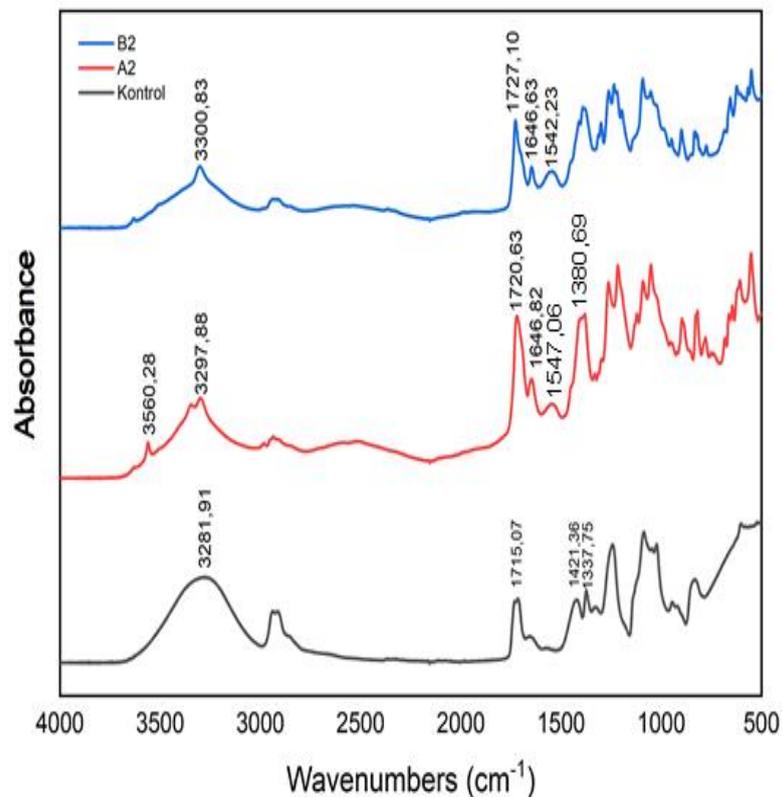
Kelarutan terhadap air ditandai dengan hasil yang minus, dimana terdapat pada hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dengan komposisi 100% PVA (A1 dan B1) memiliki nilai yang sama yaitu -100%. Untuk hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dengan ditambahnya 25% alginat (A2 dan B2) memiliki nilai kelarutan terhadap air sebesar -7,27% dan -41,67%. Kemudian untuk hasil yang positif, artinya sampel mengalami penyerapan terhadap air. Hal ini dapat dilihat pada hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dengan ditambahnya 50% alginat (A3 dan B3) memiliki nilai penyerapan air sebesar 15,87% dan 32,47%.

Kemampuan penyerapan air pada hidrogel film merupakan salah satu karakteristik yang penting untuk menilai potensi film sebagai pembalut luka (*wound dressing*) (Sulastri, dkk. 2021). Pada sampel A1 dan B1 mengalami 100% larut dalam air. Hal ini dikarenakan PVA mempunyai sifat yang sangat larut dalam air karena terdiri dari gugus hidroksil yang berinteraksi dengan molekul air melalui ikatan hidrogen (Harpaz, dkk. 2019). Kelarutan terhadap air menurun pada sampel A2 dan B2 dan mengalami penyerapan terhadap air pada sampel A3 dan B3. Hal ini dipengaruhi oleh penambahan alginat pada sampel tersebut. Alginat hanya mempunyai gugus anionik (hidroksil dan karboksil) yang menyebabkan ikatan molekul antara rantai polimer kurang rapat, akibatnya terdapat ruang yang lebih besar untuk ditempati cairan dan daya serap pada hidrogel film yang lebih besar (Rokhati, 2012). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi alginat pada hidrogel film PVA/Ag/AS/DS mempengaruhi stabilitas film terhadap air.

4.4 Uji FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*)

Untuk dapat mengetahui kandungan gugus fungsi adanya ikatan kovalen antara ikatan karbon, yaitu ikatan C=C, C=O dan O=H (Hidroksil) dilakukan pengujian FTIR. Analisa gugus fungsi yang ditunjukkan pada Gambar 4.5 menunjukkan spektrum IR ketiga variabel yaitu A2, B2, dan I sebagai kontrol. Penyerapan ikatan gugus pada AS yaitu ikatan C=O (karbonil) berada pada kisaran bilangan $1800-1650\text{ cm}^{-1}$, kemudian pada bilangan 3500 cm^{-1} yang menunjukkan adanya ikatan O-H (Tarmidzi, 2020). Penyerapan pada PVA dengan ikatan gugus O-H ada pada kisaran bilangan gelombang $3200-3550\text{ cm}^{-1}$ (Yuliani, 2022). Pada penyerapan karakteristik

alginate dengan ikatan gugus -OH berada pada serapan 3521-3610 cm^{-1} dan untuk gugus C=O pada bilangan sekitar 1427-1646 cm^{-1} kemudian 1141 cm^{-1} untuk gugus C-O (Munawwaroh, 2019). Untuk daerah serapan ekstrak daun sirih yaitu yang pertama dengan gugus fungsi C=O sekitar 1740-1720 cm^{-1} , C=C pada serapan sekitar 1600-1475 cm^{-1} dan gugus fungsi C=N pada serapan sekitar 1350-1000 cm^{-1} (Damayanti, 2021). Daun sirih mengandung minyak atsiri yang aktif sebagai antibakteri pada umumnya mengandung gugus fungsi hidroksil (-OH) karbonil.



Gambar 4. 5 Grafik FTIR

Dari grafik diatas dapat dilihat pada sampel A2 terdapat serapan 3297,88 cm^{-1} untuk PVA yaitu gugus OH, kemudian pada serapan 3560,28 cm^{-1} untuk alginat merupakan gugus -OH, untuk serapan 1720,63 cm^{-1} untuk AS yaitu gugus C=O dan pada serapan 1646,82 cm^{-1} untuk ekstrak

daun sirih merupakan gugus C=N. Selanjutnya untuk sampel B2 dapat dilihat pada gambar 4.5 diatas menunjukkan bahwa puncak grafiknya berada pada serapan 3300,83 cm^{-1} untuk PVA yang merupakan gugus OH, kemudian serapan 1727,10 cm^{-1} untuk ekstrak daun sirih yaitu gugus C=O, lalu serapan 1646,63 cm^{-1} untuk alginat dan 1542,23 cm^{-1} untuk AS dengan gugus fungsi dari kedua serapan yaitu C=O. Sampel ketiga dengan kode I yang merupakan kontrol dari kedua sampel sebelumnya, terlihat bahwa puncak grafik berada pada serapan PVA dengan nilai serapannya 3281,91 cm^{-1} yaitu gugus fungsi dari OH, lalu terdapat serapan dari AS dengan nilai serapan 1715,07 cm^{-1} yang merupakan gugus fungsi C=O, kemudian untuk serapan alginat berada pada serapan 1421,36 cm^{-1} dengan gugus fungsi yaitu C=O begitupun dengan daerah serapan ekstrak daun sirih yang berada pada nilai 1373,75 cm^{-1} yang juga merupakan gugus fungsi C=H. Dari hasil analisis grafik FTIR maka dapat diketahui gugus fungsi yang terkandung pada hidrogel film PVA/Ag/AS/DS yang dimana kandungannya bahan yang digunakan juga ditemukan pada grafik. Untuk gugus fungsi yang ditemukan pada hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dapat dilihat pada tabel berikut

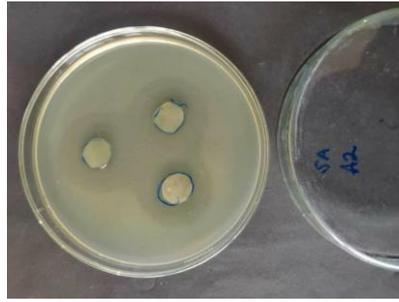
Tabel 4. 1 Interpretasi gugus fungsi hidrogel film

Polimer	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Keterangan Gugus Fungsi	Referensi
PVA	3200 - 3550	OH	Hidroksil	Yuliani, 2022
Alginat	3521 - 3610	-OH	Hidroksil	Munawwaroh, 2019
	1427 - 1646	C=O	Karbonil	
	1411	C-O	Eter	
AS	1800 - 1650	C=O	Karbonil	Tarmidzi, 2020
	3500	O-H	Hidroksil	
Daun sirih	1740 - 1720	C=O	Karbonil	Damayanti, 2021
	1600 - 1475	C=C	Aromatik	
	1350 - 1000	C=N	Imin	

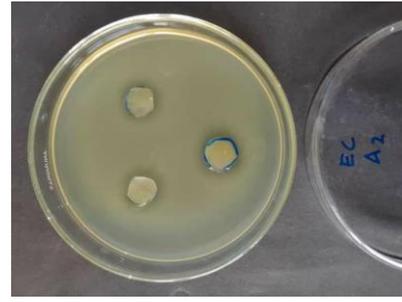
4.5 Antibakteri

Infeksi yang disebabkan oleh kontaminasi bakteri merupakan masalah yang mendasar pada luka. Hal ini dikarenakan dapat memperpanjang fase inflamasi pada proses penyembuhan luka. Untuk penyembuhan luka yang optimal perlu adanya eliminasi kontaminasi bakteri di lingkungan luka. Terdapat berbagai antibiotik dan agen antibakteri yang telah diteliti untuk tujuan tersebut. Akan tetapi adanya efek samping dari penggunaan antibiotik yang berlebihan menyebabkan senyawa nabati dan ekstrak obat herbal direkomendasikan oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai alternatif yang aman dan efektif. Pada penelitian ini, daun sirih diekstraksi kemudian digunakan sebagai agen antibakteri (Chuysinuan, dkk. 2023).

Kinerja ekstrak daun sirih dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7 pada hidrogel film sampel PVA/Ag/AS/DS sebagai penghambat pertumbuhan bakteri yang diuji. Dari hasil pengujian bakteri dengan metode sumuran (*inhibizone*) diperoleh hasil bahwa hidrogel film PVA/Ag/AS dengan penambahan ekstrak daun sirih memperlihatkan aktivitas penghambat pertumbuhan antibakteri pada bakteri gram positif (*S. Aereus*) dan gram negatif (*E. coli*). Dilaporkan pada Tabel 4.1. aktivitas penghambat pertumbuhan antibakteri dari hidrogel film sampel A2 terlihat pada *S. Aereus* dengan zona hambat lebih tinggi yaitu 12 mm jika dibandingkan dengan zona hambat pada *E. coli* yaitu 7 mm.



Gambar 4. 6 Aktivitas Antibakteri *S. Aereus*



Gambar 4. 7 Aktivitas antibakteri *E. Coli*

Aktivitas antibakteri tergolong lemah apabila memiliki diameter <5 mm, tergolong sedang <5-10 mm, tergolong kuat <11-20 mm, dan tergolong sangat kuat >20mm (Ramadhani, dkk. 2021). Sehingga dapat disimpulkan bahwa hidrogel film sampel A2 memiliki kemampuan aktivitas antibakteri yang kuat pada bakteri *S. aereus* dan tergolong sedang pada bakteri *E coli*. Hal ini dikarenakan daun sirih mengandung minyak atsiri, flavonoid, saponin, dan tanin yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri *S. Aereus* (Putri, dkk. 2021).

Tabel 4. 2 Hasil uji aktivitas antibakteri pada bakteri *S. Aereus* dan *E. Coli*

No	HASIL ANALISA		
	Kode Sampel	Antibakteri <i>S. Aereus</i>	Antibakteri <i>E. coli</i>
1	A2	12	7

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Sintesis hidrogel film PVA/Ag/AS/DS dilakukan dengan mencampurkan PVA dan alginat sesuai dengan kode perlakuannya dan distirrer selama 2 jam hingga homogen dengan suhu 60°C. Larutan PVA/alginat dicampurkan dengan ekstrak daun sirih 30% dan 60% kemudian setiap variasi distirrer selama 1 jam dengan suhu 60°C. Larutan dioven selama 15 jam dengan suhu 50°C sehingga didapatkan hidrogel film.
2. komposisi atau rasio perbandingan yang paling optimum pada PVA/Ag/AS/DS30% (A2) sebagai pembalut luka, karena memiliki karakteristik fisik, kekuatan tarik, dan mulur yang stabil sesuai dengan standar yang direkomendasikan sebagai pembalut luka.
3. Hasil uji antibakteri hidrogel film PVA/Ag/AS/DS A2 terlihat pada bakteri *S. Aereus* dengan zona hambat lebih tinggi yaitu 12 mm jika dibandingkan dengan zona hambat pada *E. coli* yaitu 7 mm. Maka dari itu hidrogel film sampel A2 memiliki kemampuan aktivitas antibakteri yang kuat pada bakteri *S. aereus* dan tergolong sedang pada bakteri *E coli*.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari hasil pengujian, pada dasarnya proses peneltian ini berjalan dengan baik. Akan tetapi, penulis

memberikan saran agar bermanfaat untuk penelitian selanjutnya. Adapun saran yang diberikan sebagai berikut:

1. Hendaknya penelitian selanjutnya dapat menggunakan metode yang lain, penggunaan metode *crosslinking* secara fisika dapat diterapkan pada proses penelitian hidrogel film PVA/Ag/AS/DS.
2. Hendaknya penelitian selanjutnya dapat melakukan penambahan pengujian sampel hidrogel film PVA/Ag/AS/DS secara *in vitro* dan *in vivo* untuk mengevaluasi efektifitas penyembuhan luka menggunakan hidrogel film PVA/Ag/AS/DS.

DAFTAR PUSTAKA

- Abka-Khajouei, R., Tounsi, L., Shahabi, N., Patel, A. K., Abdelkafi, S., & Michaud, P. (2022). Structures, properties and applications of alginates. *Marine Drugs*, 20(6), 364.
- Adinda Permatasari Putri Effendi, N. S. (2020). PEMBUATAN HAND SANITIZER ALAMI DENGAN MEMANFAATKAN TUMBUHAN DAUN SIRIH DI RW 04 DESA SEETIA MEKAR. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT*, 29-35.
- Alydrus, N. L., & Khofifah, N. (2022). *Efektifitas Antibakteri Ekstrak Daun SirihHijau (Piper Betle L) Terhadap Staphylococcus Aureus. INHEALTH:INDONESIAN HEALTH JOURNAL*, 1(1), 56-61.
- Arash Jahandideh, M. A. (2021). Biopolymers in textile industries. *In Biopolymers and their industrial applications*, 203-204.
- Ayu Anisa Damayanti, N. L. (2021). Identifikasi Bilangan Gelombang Daun Sirih (Piper sp.) Menggunakan Metode Spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Principal Component Analysis (PCA). *Buletin Fisika*, 60-66.
- Bialik-Wąs, K., Królicka, E., & Malina, D. (2021). Impact of the type of crosslinking agents on the properties of modified sodium alginate/poly (vinyl alcohol) hydrogels. *Molecules*, 26(8), 2381.
- BIU, M. T. S. (2018). FORMULASI WOUND DRESSING BENTUK HIDROGEL DARI KARAGENAN EKSTRAK ALGA MERAH (Euchema spinosum) MENGGUNAKAN MADU DALAM

- Felasih, E. (2010). PEMANFAATAN SELULOSA BAKTERI - POLIVINIL ALKOHOL (PVA) HASIL IRIDIASI (HIDROGEL) SEBAGAI MATRIKS TOPENG MASKER WAJAH.
- Handoyo, D. L. (2020). Pengaruh Lama Waktu Mserasi (Perendaman) Terhadap Kekentalan Ekstrak Daun sirih. *Jurnal Farmasi Tinctura*, 34-41.
- Hanina, H., Humaryanto, H., Gading, P. W., Aurora, W. I. D., & Harahap, H. (2022). PENINGKATAN PENGETAHUAN SISWA PONDOK PESANTREN NURUL IMAN TENTANG INFEKSI STAPHYLOCOCCUS AUREUS DI KULIT DENGAN METODE PENYULUHAN. *Medical Dedication (medic): Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat FKIK UNJA*, 5(2), 426-430.
- Harpaz, D., Axelrod, T., Yitian, AL, Eltzov, E., Marks, RS, & Tok, AI (2019). Film polivinil-alkohol yang dapat larut, penghalang waktu untuk memodulasi aliran sampel dalam wadah cetakan 3D untuk diagnostik kertas aliran kapiler. *Bahan*, 12 (3), 343.
- Haryanto, H. (2021). *Pengaruh Kitosan Terhadap Karakterisasi Hidrogel Film PVA Untuk Aplikasi Pembalut Luka. Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 22(2), 123-130.
- Hilma Haliatus Sadiyah, A. I. (2022). Kajian Potensi Daun Sirih Hijau (Piper betle L) sebagai Antibakteri. *Jurnal Sain veteriner*, 128-138.
- Himawan Hadi, P. (2021). AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK DAUN SIRIH HIJAU (Piper betle L.) DAN DAUN SIRIH MERAH (Piper crocatum) TERHADAP BAKTERI *Staphylococcus aureus*.

- Hu, W., Wang, Z., Xiao, Y., Zhang, S., & Wang, J. (2019). Advances in crosslinking strategies of biomedical hydrogels. *Biomaterials science*, 7(3), 843-855.
- Indah Yuliani, D. H. (2022). NanofiberPVA/Kitosan Sebagai Wound Dressing. *JURNAL INOVASI FISIKA INDONESIA* , 26-34.
- Indraprasta, S., Zulkarnain, I., & Ervianti, E. (2016). Peningkatan Kadar 8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) Urine pada Pasien Dermatitis Atopik Anak (Increasing of Urinary 8-Hydroxydeoxyguanosine (8-OHdG) Levels in Children with Atopic Dermatitis). *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin–Periodical of Dermatology and Venereology*, 28(3).
- Kadir Khan, F., Goh, P. S., Ismail, A. F., Wan Mustapa, W. N. F., Halim, M. H. M., Soh, W. K., & Yeo, S. Y. (2022). Recent advances of polymeric membranes in tackling plasticization and aging for practical industrial CO₂/CH₄ applications—a review. *Membranes*, 12(1), 71.
- Kazi, G. A., & Yamamoto, O. (2019). Effectiveness of the sodium alginate as surgical sealant materials. *Wound Medicine*, 24(1), 18-23.
- Marfu'ah, N., Luthfiana, S., & Ichwanuddin (2021). Uji Potensi Antibakteri Staphylococcus aureus Dari Ekstrak Etanol Daun Sirih Hijau (Piper betle L.). *PHARMASIPHA : Pharmaceutical Journal of Islamic Pharmacy*. 5(2), 1-10.
- Meyta Adi Triyani, D. P. (2021). Aktivitas Antibakteri dan Sanitizer Berbahan Ekstrak Daun Sirih dan

- EKSTRAK JERUK NIPIS. *NECTAR : JURNAL PENDIDIKAN BIOLOGI*, 16-23.
- Munawwaroh, M. J. (2019). SINTETIS DAN KARAKTERISASI BEADS ALGINAT - KARBOKSIMETIL SELULOSA DARI BATANG JAGUNG MENGGUNAKAN VARIASI CaCL₂. 19-20.
- Nataraj, D., Reddy, R., & Reddy, N. (2020). Crosslinking electrospun poly (vinyl) alcohol fibers with citric acid to impart aqueous stability for medical applications. *European Polymer Journal*, 124, 109484.
- Odila Pereira, J., Soares, J., Costa, E., Silva, S., Gomes, A., & Pintado, M. (2019). Characterization of edible films based on alginate or whey protein incorporated with *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BB-12 and prebiotics. *Coatings*, 9(8), 493.
- Prayoga, E. (2013). Perbandingan Efek Ekstrak Daun sirih hijau (*Piper betle* L.) dengan metode difusi disk dan sumuran terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.
- Prof. Dr. Mustofa Helmi Effendi, drh., DTAPH. (2020). Publikasi *Escherichia coli* pada Kedokteran Hewan: Wawasan dari Analisis Ilmiah (2011-2020). diakses pada tanggal 29 November 2023 dari <https://unair.ac.id/publikasi-escherichia-coli-pada-kedokteran-hewan-wawasan-dari-analisis-ilmiah-2011-2020/>
- . A., & Fifendy, M. (2021). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) dengan Penambahan Sari Buah Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.) untuk Mencegah Bakteri *Staphylococcus aureus*

- Penyebab Jerawat. In Prosiding Seminar Nasional Biologi (Vol. 1, No. 2, pp. 1432-1439).
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., & Komalasari, (2018). *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko*. Vol. 53. *Journal of Chemical Information and Modeling*. Kota Bogor: IPB Press.
- Ramadhani, F., Miratsi, L., Humaeroh, Z., & Afriani, F. (2021). Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel PVA/Alginat Mengandung Ekstrak Lada sebagai Pembalut Luka Antibakteri. *Jurnal Fisika Newton-Maxwell*, 2 (2), 54-59.
- Rokhati, N. (2012). Karakterisasi film komposit alginat dan kitosan, 14 (2), 158 -164.
- Senturk Parreidt, T., Müller, K., & Schmid, M. (2018). Alginate-based edible films and coatings for food packaging applications. *Foods*, 7(10), 170.
- Sharmin, N., Rosnes, J. T., Prabhu, L., Böcker, U., & Sivertsvik, M. (2022). Effect of citric acid cross linking on the mechanical, rheological and barrier properties of chitosan. *Molecules*, 27(16), 5118.
- Sujono, H., Rizal, S., Purbaya, S., & Jasmansyah. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Minyak atsiri Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) Terhadap Bakteri *Streptococcus pyogenes* dan *Staphylococcus aureus* Antibacterial Activity of the Essential Oil from Betel leaf (*Piper betle* L.) against *Streptococcus pyogenes* and *Staphylococcus aureus*. *J. Kartika Kimia*, 2(1), 30-36.

- Sulastrri, E., Zubair, M. S., Lesmana, R., Mohammed, A. F. A., & Wathoni, N. (2021). Development and characterization of ulvan polysaccharides-based hydrogel films for potential wound dressing applications. *Drug Design, Development and Therapy*, 4213-4226.
- Tarmidzi, F. M., Maharsih, I. K., Jannah, T. R., & Wahyuni, C. S. (2020). Sintesis Hidrogel Pektin–Gelatin dengan Penambahan Ekstrak Kulit Buah Naga Sebagai Kandidat Pembalut Luka Bakar. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 4(1), 53-60.
- Taylor, Tracey A., and Chandrashekhar G. (2023) Unakal. "Staphylococcus aureus Infection."
- Tuasalamony, M. M., Seumahu, C. A., & Pesik, A. (2022). Uji Aktivitas Sediaan Spray Hand Sanitizer Kombinasi Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Daun Serai sebagai Antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 4(2), 97-106.
- Venegas, B., & Durán-Lara, E. F. (2019). Film Dressings Based on Hydrogels: Simultaneous and Sustained-release of Bioactive Compounds with Wound Healing Properties. *Pharmaceutics*, 11(9), 447.
- Wintoko, R., & Yadika, A. D. N. (2020). Manajemen terkini perawatan luka. *Jurnal Kedokteran Universitas Lampung*, 4(2), 183-189.
- Wu, H., Lei, Y., Lu, J., Zhu, R., Xiao, D., Jiao, C., & Li, M. (2019). Effect of citric acid induced crosslinking on the structure and properties of potato starch/chitosan composite films. *Food Hydrocolloids*, 97, 105208.

Yasin, S. N. N., Said, Z., Halib, N., Rahman, Z. A., & Mokhzani, N. I. (2023).
Polymer-Based Hydrogel Loaded with Honey in Drug Delivery System
for Wound Healing Applications. *Polymers*, 15(14), 3085.

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1

PERHITUNGAN KONSENTRASI

HIDROGEL FILM PVA/Ag/AS/DS

PVA/Alginat	Kode	Daun Sirih 30%	Daun Sirih 60%
100/0	1	A1	B1
75/25	2	A2	B2
50/50	3	A3	B3

Konsentrasi hidrogel film PVA/Ag/AS/DS didapatkan dari perhitungan berikut:

a. $4\% \left(\frac{W}{V}\right) = \frac{4}{100} \times 50 \text{ ml} = 2 \text{ gram (PVA + alginat)}$

b. $\text{Aquades} = 50 \text{ ml} - 2 \text{ gram} = 48 \text{ ml}$

c. $\text{Asam sitrat } 15\% \left(\frac{W}{V}\right) = \frac{15}{100} \times 2 \text{ gram} = 3 \text{ gram}$

d. $\text{PVA } 100\% / \text{alginat } 0\%$

$$\text{PVA } 100\% \left(\frac{W}{W}\right) = \frac{100}{100} \times 2 = 2 \text{ gram}$$

$$\text{Alginat } 0\% \left(\frac{W}{W}\right) = \frac{0}{100} \times 2 = 0 \text{ gram}$$

e. $\text{PVA } 75\% / \text{alginat } 25\%$

$$\text{PVA } 75\% \left(\frac{W}{W}\right) = \frac{75}{100} \times 2 = 1,5 \text{ gram}$$

$$\text{Alginat } 25\% \left(\frac{W}{W}\right) = \frac{25}{100} \times 2 = 0,5 \text{ gram}$$

f. $\text{PVA } 50\% / \text{alginat } 50\%$

$$\text{PVA } 50\% \left(\frac{W}{W}\right) = \frac{50}{100} \times 2 = 1 \text{ gram}$$

$$\text{Alginate } 50\% \left(\frac{W}{W}\right) = \frac{50}{100} \times 2 = 1 \text{ gram}$$

g. Daun sirih 30%

$$\text{DS } 30\% \left(\frac{W}{W}\right) = \frac{30}{100} \times 2 = 0,6 \text{ gram}$$

h. Daun sirih 60%

$$\text{DS } 60\% \left(\frac{W}{W}\right) = \frac{60}{100} \times 2 = 1,2 \text{ gram}$$

LAMPIRAN 2

DATA MENTAH HASIL PENGUJIAN

Lampiran 2.1 Uji Karakteristik Hidrogel Film

Kode Sampel	Uji ke	Nilai uji ketebalan
	1	0,137
A1	2	0,123
	3	0,087
Nilai Rata - Rata		0,116
	1	0,116
A2	2	0,18
	3	0,086
Nilai Rata - Rata		0,127
	1	0,16
A3	2	0,106
	3	0,13
Nilai Rata - Rata		0,132
	1	0,126
B1	2	0,123
	3	0,11
Nilai Rata - Rata		0,120
	1	0,14
B2	2	0,143
	3	0,12
Nilai Rata - Rata		0,134
	1	0,163
B3	2	0,126
	3	0,13
Nilai Rata - Rata		0,140

Lampiran 2.2 Uji Kekuatan Tarik dan Mulur

Nilai Uji Kekuatan Tarik Dan Mulur Film			
Kode Sampel	Uji ke	Nilai Kekuatan Tarik (N)	Nilai Kemuluran (%)
	1	35.316	88
A1	2	35.316	82.875

100PVA+15AS+30%	3	26.487	110.5
Nilai Rata - Rata		32.373	93.79
	1	50.031	52.125
A2	2	52.974	57
75PVA/25Ag+15AS+30%	3	51.993	72.25
Nilai Rata - Rata		51.666	60.46
	1	44.145	24.25
A3	2	33.354	20.875
50PVA/50Ag+15AS+30%	3	40.221	20
Nilai Rata - Rata		39.24	21.71
	1	77.499	292.5
B1	2	38.259	110.625
100PVA+15AS+60%	3	66.708	187.75
Nilai Rata - Rata		60.822	196.96
	1	45.126	43
B2	2	51.012	51
	3	45.126	42.625
Nilai Rata - Rata		47.088	45.54
	1	67.689	41.625
B3	2	30.411	16.75
	3	34.335	24.625
Nilai Rata - Rata		44.145	27.67

Lampiran 2.3 Uji Stabilitas Terhadap Air

Perhitungan kelarutan terhadap air menggunakan persamaan berikut :

$$\frac{W_t - W_o}{W_o} \times 100\%$$

W_t = berat film setelah direndam (gr)

W_o = Berat film kering (gr)

Pada sampel A1 pengujian pertama

$$\frac{W_t - W_o}{W_o} \times 100\% = \frac{0 - 0,13}{0,13} \times 100\% = -100$$

Persamaan digunakan untuk sampel A1, A2 dan B1, B2. Sedangkan untuk A3,

B3 adalah sebagai berikut :

$$\frac{W_t - W_o}{W_t} \times 100\%$$

W_t = berat film setelah direndam (gr)

W_o = Berat film kering (gr)

Pada sampel A3 pengujian pertama didapatkan

$$\frac{W_t - W_o}{W_t} \times 100\% = \frac{0,04 - 0,04}{0,04} \times 100\% = 0$$

Hasil pengujian masing masing sampel dapat dilihat pada tabel berikut:

Uji sampel	ke	Berat film kering (Wo)/ (gr)	Berat film setelah direndam (Wt)/(gr)	rata rata
A1	1	0.13	0	-100
	2	0.06	0	-100
	3	0.03	0	-100
Nilai Rata - Rata		0.073		-100.00
A2	1	0.05	0.03	-40
	2	0.09	0.11	18.18
	3	0.06	0.06	0
Nilai Rata - Rata		0.067	0.067	-7.27
A3	1	0.04	0.04	0
	2	0.06	0.09	33.33
	3	0.06	0.07	14.29
Nilai Rata - Rata		0.053	0.067	15.87
B1	1	0.1	0	-100
	2	0.08	0	-100
	3	0.05	0	-100
Nilai Rata - Rata		0.077		-100.00
B2	1	0.04	0.02	-50
	2	0.04	0.03	-25
	3	0.04	0.02	-50
Nilai Rata - Rata		0.04	0.023	-41.67
B3	1	0.06	0.07	14.29
	2	0.05	0.07	28.57
	3	0.05	0.11	54.55
Nilai Rata - Rata		0.053	0.083	32.47

Lampiran 2.4 Uji FTIR

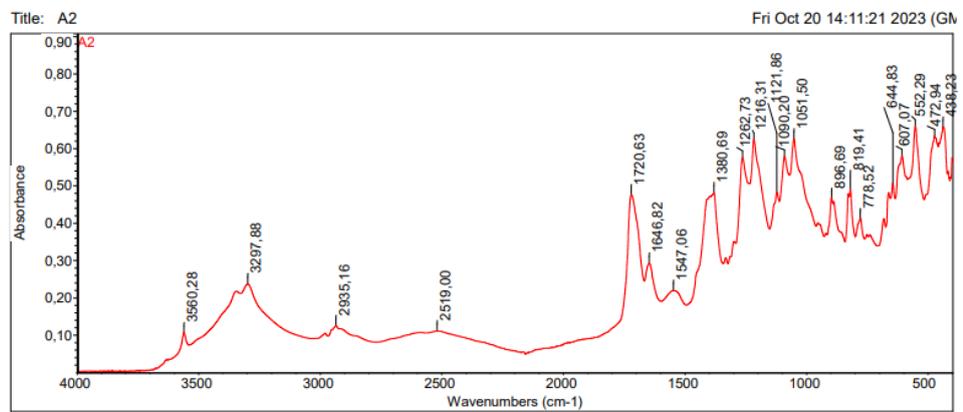
Grafik FTIR setiap sampel dapat dilihat dibawah ini :

a. Grafik A2

Sampel A2 dengan konsentrasi PVA/alginat yaitu 75%/25%

kemudian dengan penambahan asam sitrat atau AS 15% dan

ekstrak daun sirih 30%

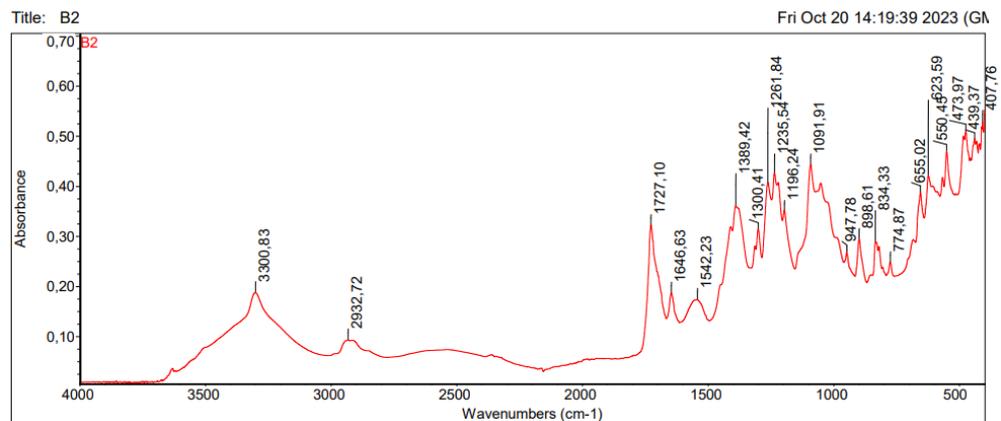


b. Grafik B2

Sampel B2 dengan konsentrasi PVA/alginat yaitu 75%/25%

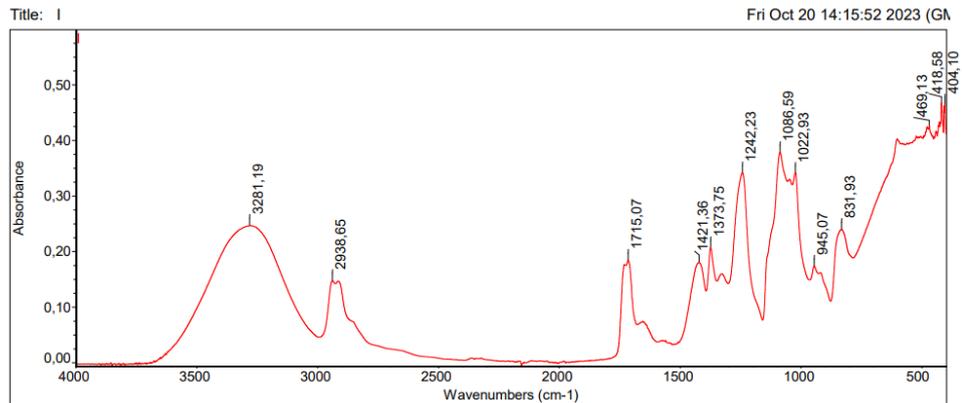
kemudian dengan penambahan asam sitrat atau AS 15% dan

ekstrak daun sirih 60%



c. Grafik I sebagai kontrol

Sampel I yang digunakan sebagai kontrol hanya mengandung PVA dengan konsentrasi 100% tanpa adanya penambahan konsentrasi alginat dan ekstrak daun sirih.



Lampiran 2.5 Uji Antibakteri

Pengujian antibakteri dengan 2 pengujian yaitu dengan *S.Aureus* dan *E. Coli* dapat dilihat hasil pada tabel berikut

kode sampel	Pengujian	Uji ke	Nilai (mm)
		1	12
	<i>S. Aureus</i>	2	12
		3	12
A2	Rata - rata		12
		1	7
	<i>E. Coli</i>	2	7
		3	7
	Rata - rata		7

LAMPIRAN 3

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hakiki Justitia K.
NIM : 20526025
Semester/Tahun Akademik : 7 (Tujuh) / 2023-2024
Bentuk TA : Penelitian
Judul Tugas Akhir : PENGEMBANGAN SINTETIS PVA-ALGINAT
DENGAN CROSSLINKING ASAM SITRAT YANG
MENGANDUNG EKSTRAK DAUN SIRIH SEBAGAI
PEMBALUT LUKA (*WOUND DRESSING*)
ANTIBAKTERI
Mulai masa revisi : 12 Oktober 2023
Selesai masa revisi : 03 Desember 2023
Nama Dosen Pembimbing : Dr.Eng. Rina Afiani Rebia, S.Hut., M.Eng.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf dosen
1	20/09/2023	Penentuan judul TA	
2	25/09/2023	Draft proposal TA	
3	27/09/2023	Uji coba sampel penelitian	
4	30/09/2023	Evaluasi hasil uji coba sampel penelitian	
5	02/10/2023	Pembuatan sampel penelitian	
6	08/10/2023	Pembuatan sampel penelitian	
7	08/10/2023	Evaluasi hasil pembuatan sampel penelitian	
8	12/10/2023	Revisi draft proposal TA	
9	13/10/2023	Pembuatan sampel penelitian	
10	14/10/2023	Evaluasi hasil pembuatan sampel penelitian	
11	17/10/2023	Hasil uji ketebalan sampel	
12	18/10/2023	Hasil uji tarik dan mulur	
13	23/10/2023	Pengujian antibakteri	
14	26/10/2023	Pengolahan data hasil uji tarik dan mulur dan data uji stabilitas terhadap air	

15	02/11/2023	Hasil uji FTIR	
16	03/11/2023	Hasil uji antibakteri	
17	06/11/2023	Pengolahan data hasil uji FTIR dan antibakteri	
18	08/11/2023	Draft bab IV laporan TA	
19	10/11/2023	Revisi bab I, II, III, dan IV laporan TA	
20	22/11/2023	Bab IV laporan TA dan draft jurnal	
21	03/12/2023	Revisi Laporan TA	

Yogyakarta, 07 Desember 2023

Pembimbing


Dr. Eng. Rina Atani Rebro

LAMPIRAN 4

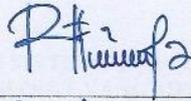
KARTU KONSULTASI REVISI TUGAS AKHIR

Nama Mahasiswa : Hakiki Justitia Kuswono
 NIM : 20526025
 Semester/Tahun Akademik : 7 (tujuh) / 2023-2024
 Bentuk TA : Penelitian
 Judul Tugas Akhir : "Pengembangan Sintetis PVA-alginat dengan
Crosslinking Asam Sitrat yang Mengandung Ekstrak
 Daun Sirih Sebagai Pembalut Luka (*Wound Dressing*)
 Antibakteri".
 Mulai masa revisi : 12 Desember 2023
 Selesai masa revisi : 19 Desember 2023
 Nama Dosen Penguji : 1. Ahmad Satria Budiman, S.T., M.Sc.
 2. Ir. Agus Taufiq, M.Sc.

No.	Tanggal	Konsultasi	Paraf dosen
1	20-12-2023	Satuan N/mm ² , pada pengujian tarik dan mulur	
2	20-12-2023	Refrensi agen crosslinking pada latar belakang	
3	20-12-2023	Manfaat penelitian, untuk peneliti dan mahasiswa	
4	20-12-2023	2.4 Alginat, terpotong	
5	20-12-2023	2.6 Daun sirih, ditambahkan bagian tentang konsentrasi daun sirih 30% dan 60% seperti yang di PPT	
6	20-12-2023	Lokasi penelitian, Lab. Proses Kimia Tekstil dan Teknologi Nano	
7	20-12-2023	Gambar 3.1, diperbesar	
8	20-12-2023	Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3 dan Gambar 4.4, diperbesar dan terlalu kecil terutama pada labelnya	
9	20-12-2023	Gambar 4.4 tidak perlu dihubungkan dengan garis	
10	20-12-2023	Saran, 1. "lebih baik" perlu lebih spesifik 2. "lebih bervariasi" maksudnya apa yang dapat divariasikan	
11	20-12-2023	Halaman 5 (naskah) format diperbaiki	
12	20-12-2023	Saran, relasi pada point 1 diperbaiki sesuai dengan masukan dari penguji	
13	20-12-2023	Revisi sesuai dengan dosen penguji 1 dan 2	

Yogyakarta, 20 Desember 2023

Pembimbing,



Dr. Eng, Rina Afiani Rebio, S.Hul. M.Eng