

**PENGARUH *CROSSLINKER* GLUTARALDEHIDA TERHADAP
KINERJA SELULOSA BAKTERIAL SEBAGAI SUPERABSORBEN**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar
Sarjana Sains Program Studi Kimia



Oleh:

Windy Dwi Annisa

1505625

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2019**

**PENGARUH *CROSSLINKER* GLUTARALDEHIDA TERHADAP
KINERJA SELULOSA BAKTERIAL SEBAGAI SUPERABSORBEN**

Oleh
Windy Dwi Annisa

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

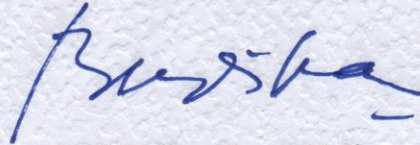
©Windy Dwi Annisa 2019
Universitas Pendidikan Indonesia
Oktober 2019

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruh atau sebagian,
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau dengan cara lainnya tanpa izin dari penulis.

WINDY DWI ANNISA

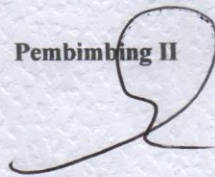
**PENGARUH *CROSSLINKER* GLUTARALDEHIDA TERHADAP
KINERJA SELULOSA BAKTERIAL SEBAGAI
SUPERABSORBEN**

disetujui dan disahkan oleh,
Pembimbing I



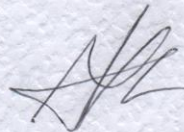
Dr. H. Budiman Anwar, M. Si.
NIP. 197003131997031004

Pembimbing II



Dr. rer. nat. H. Ahmad Mudzakir, M. Si.
NIP. 196611211991031002

Mengetahui,
Ketua Departemen Pendidikan Kimia



Dr. Hendrawan, M. Si.
NIP. 196310291987031001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh *Crosslinker* Glutaraldehida Terhadap Kinerja Selulosa Bakterial Sebagai Superabsorben” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 29 Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,

Windy Dwi Annisa

1505625

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, beserta keluarga, sahabat, dan seluruh umatnya hingga akhir zaman. Skripsi yang berjudul “Pengaruh *Crosslinker* Glutaraldehida Terhadap Kinerja Selulosa Bakterial Sebagai Superabsorben” disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak atas bantuan materi maupun moral sehingga pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat terbuka menerima kritik dan saran yang membangun agar dapat diperbaiki kedepannya. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya, khususnya dalam bidang ilmu pengetahuan alam.

Bandung, 29 Agustus 2019

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyelesaian skripsi ini penulis telah menerima begitu banyak bimbingan, dukungan, serta bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT dengan segala limpahan rahmat, karunia, dan Ridho-Nya yang memberikan kekuatan, serta kemudahan bagi peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini;
2. Kedua orang tua (Bapak H. Dadi Junaedi, S.T. dan Ibu Widya Pudji Astuti) serta kakak dan adik (Winda dan Aditya) yang selalu memberikan do'a, semangat, kasih sayang, dan motivasinya;
3. Bapak Dr. Budiman Anwar, M. Si., selaku dosen pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dorongan, bantuan penelitian dan semangat kepada penulis, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan;
4. Bapak Dr. rer. Nat. Ahmad Mudzakir, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing, memberi arahan, dan masukan dalam menyelesaikan skripsi
5. Ibu Fitri Khoirunnisa, Ph.D., selaku ketua Program Studi Kimia Jurusan Pendidikan Kimia FPMIPA UPI;
6. Bapak Dr. Hendrawan, M.Si., selaku Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI;
7. Rekan satu bidang penelitian, Annisa Maymuna, yang selalu memberikan dukungan, bantuan, kerjasama, perhatian dan pengertian selama penelitian;
8. Teman dekat penulis selama masa perkuliahan, Dian, Silvi, Annisa Nurul, Suci, Thiya, Fiona, Alya dan Chika yang selalu berbagi cerita saat susah maupun senang, selalu menjadi panutan dalam setiap langkah dalam menyelesaikan penelitian ini, serta memberikan semangat, motivasi, doa, dan dukungan;
9. KBK Kimia Material dan Kimia C 2015 yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan berbagi ilmu dimulai dari awal perkuliahan hingga dalam proses penyelesaian skripsi ini;
10. Dan semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan. *Jazakumullah khairan katsiran. Aamiin.*

ABSTRAK

Polimer superabsorben (SAP) telah berhasil disintesis dari selulosa bakterial (BC) yang terikat silang. BC dihasilkan dengan memanfaatkan jus limbah kulit nanas sebagai media kultur. Kemampuan absorpsi BC ditingkatkan dengan mengubah bentuk *hydrogel* menjadi *aerogel* dengan cara dibeku-keringkan. *Crosslinker* yang digunakan adalah glutaraldehida (GA) dengan variasi massa terhadap BC 0, 2, 3, 4, dan 5 % massa, dan selanjutnya dipelajari pengaruhnya terhadap struktur dan kinerja SAP. SAP dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk menunjukkan terjadinya ikatan silang antar serat BC, *X-ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui pengaruh ikatan silang terhadap kristalinitas, dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mempelajari morfologi permukaannya. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa SAP telah terikat silang dan menyebabkan meningkatnya indeks kristalinitas (CrI) yang semula sebesar 52,21% pada SAP tanpa perlakuan menjadi 74,17% pada SAP terikat silang dengan konsentrasi GA optimum. Analisis morfologi SAP memperlihatkan rongga-rongga besar akibat proses beku kering. Kinerja SAP optimum diperoleh pada SAP 4. Uji kinerja *water absorbance* menunjukkan hasil semakin meningkatnya *swelling ratio* (SR) seiring bertambahnya ikatan silang hingga tercapai nilai optimum dengan SR sebesar 63,07 g/g. Pada uji *swelling rate* diperoleh hasil bahwa laju penyerapan air hingga kesetimbangan tercapai setelah 15 menit. Sementara itu, uji *water retention* tidak menunjukkan hasil yang signifikan antara SAP dan SAP terikat silang.

Kata kunci: superabsorben, selulosa bakterial (BC), glutaraldehida.

ABSTRACT

Superabsorbent polymer (SAP) has been synthesized from the crosslinked bacterial cellulose (BC). The BC was produced by utilizing the juice of pineapple peels waste as the culture medium. The absorption capability of SAP was improved by changing the form of hydrogel into aerogel using freeze-drying method. The crosslinker agent that used was glutaraldehyde (GA) with varying the mass of GA solution towards BC for studying the effect of SAP's structure and performances. SAP was characterized by Fourier Transform Infrared (FTIR) for indicating that the crosslinking between BC fiber was occurred, X-ray Diffraction (XRD) to find out the effect of crosslinking to crystallinity, and Scanning Electron Microscopy (SEM) to study the morphology of the surface. The result of the characterization showed that SAP crosslinked and caused an increasing in crystallinity index (CrI) from 52,21% of untreated SAP to 74,17% of crosslinked SAP with optimized concentration of GA. The analysis of SAP morphologies showed larger pores because of freeze drying process. The optimum performances of SAP is obtained at SAP 4. The water absorbance of performance test showed the result that the swelling ratio (SR) improved as the increasing of crosslinking until it achieved the optimum point with the SR of 63,07 g/g. Swelling rate test obtained the result that the rate of water absorbency reached the equilibrium after 15 minutes. Meanwhile, water retention test did not show significant result between SAP and crosslinked SAP.

Keywords: *superabsorbent, bacterial cellulose (BC), glutaraldehyde.*

DAFTAR ISI

| | |
|--------------------------------------------------|-----|
| DAFTAR ISI | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR TABEL | vii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Superabsorben | 5 |
| 2.2 Selulosa..... | 6 |
| 2.3 Selulosa Bakterial (BC)..... | 9 |
| 2.4 <i>Crosslink</i> | 12 |
| 2.5 Karakterisasi | 14 |
| 2.6 Uji Kinerja | 18 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 20 |
| 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian..... | 20 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 20 |
| 3.3 Langkah Kerja | 20 |
| 3.3.1 Sintesis Selulosa Bakterial (BC) | 20 |
| 3.3.2 Sintesis SAP BC/GA Terikat Silang | 21 |
| 3.3.3 Karakterisasi..... | 21 |
| 3.3.4 Uji Kinerja..... | 22 |
| 3.4 Alur Tahapan Penelitian | 24 |
| BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN | 26 |
| 4.1 Sintesis Selulosa Bakterial (BC)..... | 26 |
| 4.2 Sintesis SAP BC Terikat Silang..... | 27 |
| 4.3 Karakterisasi | 28 |
| 4.4 Uji Kinerja | 33 |
| BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI | 37 |
| DAFTAR PUSTAKA | 38 |
| Lampiran | 42 |
| Lampiran 1. Data dan Perhitungan..... | 42 |
| Lampiran 2. Dokumentasi..... | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Skema Dasar Pembentukan Selulosa | 7 |
| Gambar 2.2 Struktur Kristal Selulosa I dan Selulosa II..... | 8 |
| Gambar 2.3 Skema Rantai Selulosa Triklinik dan Monoklinik | 8 |
| Gambar 2.4 Ikatan Inter- dan Intra-hidrogen Selulosa Bakterial (BC)..... | 10 |
| Gambar 2.5 Mekanisme Reaksi Selulosa dengan Glutaraldehid | 13 |
| Gambar 2.6 Efek Pillaring Selulosa Terikat Silang | 13 |
| Gambar 2.7 Spektra FTIR Polimorf Selulosa | 14 |
| Gambar 2.8 Difraktogram Polimorf Selulosa | 16 |
| Gambar 2.9 Morfologi Selulosa Dalam Bentuk Aerogel..... | 18 |
| Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian | 25 |
| Gambar 4.1 Bakterial Selulosa dengan Medium Cair Jus Kulit Nanas | 27 |
| Gambar 4.2 Fotograf SAP 0, 2, 3, 4, dan 5 | 28 |
| Gambar 4.3 Spektra FTIR Film BC dan SAP terikat silang | 30 |
| Gambar 4.4 Difraktogram SAP 0 dan SAP 4..... | 32 |
| Gambar 4.5 Morfologi Film BC, SAP 0, dan SAP 4 | 33 |
| Gambar 4.6 Fotograf Pengembangan SAP | 33 |
| Gambar 4.7 Pengaruh Konsentrasi GA Terhadap Swelling Ratio..... | 34 |
| Gambar 4.8 Pengaruh Konsentrasi GA dan Waktu Perendaman Terhadap Swelling Ratio | 35 |
| Gambar 4.9 Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Water Retention..... | 36 |

DAFTAR TABEL

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Ringkasan puncak serapan infra-merah selulosa | 15 |
| Tabel 4. 1 Ringkasan Puncak Serapan Infra-merah film BC dan SAP 4..... | 29 |

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, B., Bundjali, B., & Arcana, I. M. (2016). Isolasi Nanokristalin Selulosa Bakterial dari Jus Limbah Kulit Nanas: Optimasi Waktu Hidrolisis. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 38(1), 7-14.
- Anwar, B. (2017): *Sintesis dan karakterisasi selulosa nanokristalin dari selulosa bakterial dan nanokomposisinya dengan poli(etilen oksida) sebagai membran polimer elektrolit*, Disertasi Program Doktor, Institut Teknologi Bandung.
- Arsatmojo, E. (1996). Formulasi pembuatan nata de pina [skripsi]. *Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian, IPB*.
- Auta, R., Adamus, G., Kwiecien, M., Radecka, I., & Hooley, P. (2017). Production and characterization of bacterial cellulose before and after enzymatic hydrolysis. *African Journal of Biotechnology*, 16(10), 470-482.
- Du, A., Zhou, B., Zhang, Z., & Shen, J. (2013). A special material or a new state of matter: a review and reconsideration of the aerogel. *Materials*, 6(3), 941-968.
- Erizal, E., & Sunarni, A. (2018). Sintesis Hidrogel Superabsorbent Poli (Akrilamida-Ko-Asamakrilat) Dengan Teknik Iradiasi Dan Karakterisasinya. *Jusami/ Indonesian Journal of Materials Science*, 11(1), 15-21.
- Esa, F., Tasirin, S. M., & Rahman, N. A. (2014). Overview of bacterial cellulose production and application. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 113-119.
- Geng, H. (2018). Preparation and characterization of cellulose/N, N'-methylene bisacrylamide/graphene oxide hybrid hydrogels and aerogels. *Carbohydrate polymers*, 196, 289-298.
- Halake, K. S., & Lee, J. (2014). Superporous thermo-responsive hydrogels by combination of cellulose fibers and aligned micropores. *Carbohydrate polymers*, 105, 184-192.
- Jozala, A. F., Pértile, R. A. N., dos Santos, C. A., de Carvalho Santos-Ebinuma, V., Seckler, M. M., Gama, F. M., & Pessoa, A. (2015). Bacterial cellulose production by *Gluconacetobacter xylinus* by employing alternative culture media. *Applied microbiology and biotechnology*, 99(3), 1181-1190.

- Kettunen, M., Silvennoinen, R. J., Houbenov, N., Nykänen, A., Ruokolainen, J., Sainio, J., ... & Ritala, M. (2011). Photoswitchable superabsorbency based on nanocellulose aerogels. *Advanced Functional Materials*, *21*(3), 510-517.
- Klemm, D., Heublein, B., Fink, H. P., & Bohn, A. (2005). Cellulose: fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte chemie international edition*, *44*(22), 3358-3393.
- Khalil, H. A., Bhat, A. H., & Yusra, A. I. (2012). Green composites from sustainable cellulose nanofibrils: A review. *Carbohydrate polymers*, *87*(2), 963-979.
- Lee, C. M., Mittal, A., Barnette, A. L., Kafle, K., Park, Y. B., Shin, H., ... & Kim, S. H. (2013). Cellulose polymorphism study with sum-frequency-generation (SFG) vibration spectroscopy: identification of exocyclic CH₂ OH conformation and chain orientation. *Cellulose*, *20*(3), 991-1000.
- Liao, Q., Su, X., Zhu, W., Hua, W., Qian, Z., Liu, L., & Yao, J. (2016). Flexible and durable cellulose aerogels for highly effective oil/water separation. *RSC Advances*, *6*(68), 63773-63781.
- Liu, Y., & Kim, H. J. (2017). Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) and simple algorithm analysis for rapid and non-destructive assessment of developmental cotton fibers. *Sensors*, *17*(7), 1469.
- Liu, X., Yang, R., Xu, M., Ma, C., Li, W., Yin, Y., ... & Liu, S. (2018). Hydrothermal Synthesis of Cellulose Nanocrystal-Grafted-Acrylic Acid Aerogels with Superabsorbent Properties. *Polymers*, *10*(10), 1168.
- Long, L. Y., Weng, Y. X., & Wang, Y. Z. (2018). Cellulose aerogels: Synthesis, applications, and prospects. *Polymers*, *10*(6), 623.
- Ma, J., Li, X., & Bao, Y. (2015). Advances in cellulose-based superabsorbent hydrogels. *RSC Advances*, *5*(73), 59745-59757.
- Mignon, A., De Belie, N., Dubruel, P., & Van Vlierberghe, S. (2019). Superabsorbent polymers: a review on the characteristics and applications of synthetic, polysaccharide-based, semi-synthetic and 'smart' derivatives. *European Polymer Journal*.
- Millon, L. E., & Wan, W. K. (2006). The polyvinyl alcohol–bacterial cellulose system as a new nanocomposite for biomedical applications. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: An Official*

Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials, 79(2), 245-253.

- Nainggolan, J. (2009). *Kajian Pertumbuhan Bakteri Acetobacter sp. Dalam Kombucha-Rosela Merah (Hibiscus Sabdariffa) Pada Kadar Gula dan Lama Fermentasi Yang Berbeda* (Master's thesis).
- Nelson, M. L., & O'Connor, R. T. (1964). Relation of certain infrared bands to cellulose crystallinity and crystal latticed type. Part I. Spectra of lattice types I, II, III and of amorphous cellulose. *Journal of applied polymer science*, 8(3), 1311-1324.
- Newman, R. H. (1999). Estimation of the lateral dimensions of cellulose crystallites using ¹³C NMR signal strengths. *Solid state nuclear magnetic resonance*, 15(1), 21-29.
- Northolt, M. G., Boerstoel, H., Maatman, H., Huisman, R., Veurink, J., & Elzerman, H. (2001). The structure and properties of cellulose fibres spun from an anisotropic phosphoric acid solution. *Polymer*, 42(19), 8249-8264.
- Poletto, M., Ornaghi, H., & Zattera, A. (2014). Native cellulose: structure, characterization and thermal properties. *Materials*, 7(9), 6105-6119.
- Popescu, M. C., Popescu, C. M., Lisa, G., & Sakata, Y. (2011). Evaluation of morphological and chemical aspects of different wood species by spectroscopy and thermal methods. *Journal of Molecular Structure*, 988(1-3), 65-72.
- Respati, Efi. (2016). *Outlook Komoditas Pertanian Sub Sektor Holtikultura: Nenas*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian 2016.
- Rojas, J., & Azevedo, E. (2011). Functionalization and crosslinking of microcrystalline cellulose in aqueous media: A safe and economic approach. *Int. J. Pharm. Sci. Rev. Res*, 8(1), 28-36.
- Seymour, R. B., & Carraher, C. E. (2008). *Polymer chemistry*(Vol. 181). New York: Marcel Dekker.
- Sugiyama, J., Vuong, R., & Chanzy, H. (1991). Electron diffraction study on the two crystalline phases occurring in native cellulose from an algal cell wall. *Macromolecules*, 24(14), 4168-4175.

- Sutanto, A. (2012). Pineapple liquid waste as nata de pina raw material. *Makara Journal of Technology*, 16(1), 63-67.
- Tang, A., Yan, C., Li, D., & Chen, S. (2018). Acid-catalyzed crosslinking of cellulose nanofibers with glutaraldehyde to improve the water resistance of nanopaper. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 3(2), 59-64.
- Udoetok, I. A., Wilson, L. D., & Headley, J. V. (2018). "Pillaring Effects" in Cross-Linked Cellulose Biopolymers: A Study of Structure and Properties. *International Journal of Polymer Science*, 2018.
- Wada, M., Okano, T., & Sugiyama, J. (2001). Allomorphs of native crystalline cellulose I evaluated by two equatorial d-spacings. *Journal of Wood Science*, 47(2), 124-128.
- Wang, Y. P., Liang, Y., Chen, J. C., Yan, X. D., Li, C. L., & Wang, X. P. (2009). Utilisation of potato leaves and organophilic montmorillonite for the preparation of superabsorbent composite under microwave irradiation. *Polymers and Polymer Composites*, 17(7), 423-430.
- Yang, L., Yang, Q., & Lu, D. N. (2014). Effect of chemical crosslinking degree on mechanical properties of bacterial cellulose/poly (vinyl alcohol) composite membranes. *Monatshefte für Chemie-Chemical Monthly*, 145(1), 91-95.
- Yang, X., & Cranston, E. D. (2014). Chemically cross-linked cellulose nanocrystal aerogels with shape recovery and superabsorbent properties. *Chemistry of Materials*, 26(20), 6016-6025.
- Yuan, Z., Zhang, J., Jiang, A., Lv, W., Wang, Y., Geng, H., ... & Qin, M. (2015). Fabrication of cellulose self-assemblies and high-strength ordered cellulose films. *Carbohydrate polymers*, 117, 414-421.
- Zeng, B., Wang, X., & Byrne, N. (2019). Development of cellulose based aerogel utilizing waste denim—A Morphology study. *Carbohydrate polymers*, 205, 1-7.
- Zohuriaan-Mehr, M. J., & Kabiri, K. (2008). Superabsorbent polymer materials: a review. *Iranian polymer journal*, 17(6), 451.