

SKRIPSI

**POTENSI PENGEMBANGAN LIMBAH KULIT PISANG
SEBAGAI HIDROGEL UNTUK MENYERAP PEWARNA
DALAM LIMBAH CAIR**



Diajukan Oleh :

Reagen Pitoyo	NRP. 5203016005
Andrew Wiarto	NRP. 5203016008

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2019**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar Skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : **Reagen Pitoyo**

NRP : **5203016005**

telah diselenggarakan pada tanggal 28 Mei 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 10 Juni 2019

Pembimbing I

Pembimbing II

Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.
NIK.521.97.0284

Maria Yuliana, S.T., Ph.D
NIK. 521.18.1010

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris

Shella P. Santoso, S.T., Ph.D
NIK.521.17.0971

Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 521.97.0284

Anggota

Anggota

Anggota

Dra. Adriana. A. A., M.Si
NIK.521.86.0124

Ir. Yohanes S., M.T.
NIK.521.89.0151

Maria Y. S.T., Ph.D
NIK.521.18.1010


Fakultas Teknik
Dekan

Ir. Suryadi Ismadi, M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Mengetahui


Jurusan Teknik Kimia
Ketua

Sandy Budi Hartono, M.T., Ph.D.
NIK. 521.99.0401

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar Skripsi bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Andrew Wiarto

NRP : 5203016008

telah diselenggarakan pada tanggal 28 Mei 2019, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 10 Juni 2019

Pembimbing I

Pembimbing II

Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.
NIK.521.97.0284

Maria Yuliana, S.T., Ph.D
NIK. 521.18.1010

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris

Shella P. Santoso, S.T., Ph.D
NIK.521.17.0971

Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 521.97.0284

Anggota

Anggota

Anggota

Dra. Adriana. A. A., M.Si
NIK.521.86.0124

Ir. Yohanes S., M.T.
NIK.521.89.0151

Maria Y. S.T., Ph.D
NIK.521.18.1010

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Fakultas Teknik
Dekan

Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Mengetahui

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
Jurusan Teknik Kimia
Ketua

Sandy Budi Hartono, M.T., Ph.D.
NIK. 521.99.0400

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama : Reagen Pitoyo
NRP : 5203016005

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul:

Potensi Pengembangan Limbah Kulit Pisang sebagai Hidrogel untuk Menyerap Pewarna dalam Limbah Cair

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 Juni 2019



(Reagen Pitoyo)
NRP. 5203016005

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 10 Juni 2019
Mahasiswa,



(Reagen Pitoyo)
NRP. 5203016005

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya :

Nama : Andrew Wiarto
NRP : 5203016008

menyetujui skripsi/karya ilmiah saya :

Judul:

Potensi Pengembangan Limbah Kulit Pisang sebagai Hidrogel untuk Menyerap Pewarna dalam Limbah Cair

untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan undang-undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 10 Juni 2019



(Andrew Wiarto)
NRP. 5203016008

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa skripsi ini ternyata merupakan karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar **Sarjana Teknik**.

Surabaya, 10 Juni 2019
Mahasiswa,



(Andrew Wiarto)
NRP. 5203016008

KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmatNya, kami dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Potensi Pengembangan Limbah Kulit Pisang sebagai Hidrogel untuk Menyerap Pewarna dalam Limbah Cair”. Tujuan dari pembuatan skripsi ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang membantu sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik, oleh karena itu kami sebagai calon sarjana yang menulis skripsi ini mengucapkan terima kasih kepada:

1. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D. dan Maria Yuliana, S.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, dan pengarahan yang jelas dalam penelitian ini.
2. Shella P. Santoso, S.T., Ph.D. ; Dra. A. Anteng Anggorowati M.Si ; dan Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T. selaku Dewan Penguji yang telah memberikan banyak masukan, kritikan dan saran dalam penelitian ini.
3. Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala.
4. Sandy Budi Hartono, Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala
5. Felycia Edi Soetaredjo, S.T, M.Phil, Ph.D, selaku Kepala Laboratorium Proses yang telah memberikan arahan dan izin kepada kami untuk menggunakan laboratorium tersebut
6. Dra. Adriana Anteng Anggorowati, M.Si, selaku Ketua Laboratorium Kimia Analisa yang telah memberikan izin kepada kami untuk menggunakan laboratorium tersebut.
7. Ir. Yohanes Sudaryanto, M.T., selaku Ketua Laboratorium Kimia Organik dan Kimia Fisika yang telah memberikan izin kepada kami untuk menggunakan laboratorium tersebut.
8. Bpk. Novi Triono selaku laboran pada Laboratorium Kimia Analisa, Bpk. Hadi Pudjo Kuncoro selaku penanggung jawab bahan-bahan kimia dan peralatan penelitian, yang telah banyak membantu dalam menyediakan alat-alat penelitian.
9. Christian J. W, S.T, selaku telah memberikan masukan, bimbingan, dan pengarahan dalam penelitian ini.

10. Seluruh dosen dan staff Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Widya Mandala, yang secara tidak langsung telah membantu kami dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Orang tua, adik atau kakak kami yang telah memberikan dukungan baik secara materi maupun non-materi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan.
12. Rekan-rekan seperjuangan angkatan 2016 Jurusan Teknik Kimia, Universitas Widya Mandala Surabaya yang telah memberikan dukungan berupa canda tawa, hinaan, keluhan dan tangisan selama proses penyelesaian skripsi.
13. Seluruh satpam Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya yang memperbolehkan pulang sampai jam 22.30 WIB serta sabar menunggu pulang.

Terima Kasih.
Surabaya, 10 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Lembar Pengesahan.....	ii
Lembar Pernyataan.....	iv
Kata Pengantar	viii
Daftar Isi	x
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Tabel	xiv
Intisari.....	xv
Abstract.....	xvi
Bab I. Pendahuluan.....	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	2
I.3. Tujuan Penelitian	2
I.4. Batasan Masalah.....	2
Bab II. Tinjauan Pustaka.....	3
II.1. Kulit Pisang Kepok	3
II.2. Nanokristal Selulosa	3
II.3. Hidrogel.....	6
Bab III. Metode Penelitian.....	9
III.1. Rancangan Penelitian.....	9
III.2. Alat dan Bahan	10
III.2.1 Alat.....	10
III.2.2 Bahan	11
III.3. Variabel Penelitian.....	11
III.3.1. Variabel Tetap	11
III.3.2. Variabel Bebas.....	12
III.4. Prosedur Penelitian	12
III.4.1. Persiapan Kulit Pisang	12
III.4.2. Proses Delignifikasi dan Bleaching	12
III.4.3. Proses Hidrolisis	13
III.4.4. Pembuatan Hidrogel	14
III.4.5. Uji Pengaruh Penambahan Selulosa terhadap Swelling Ratio	15
III.4.6. Uji Penambahan Nanokristal Selulosa terhadap Adsorpsi.....	15
Bab IV. Hasil dan Pembahasan.....	16
IV.1. Pengaruh Waktu Delignifikasi terhadap Kandungan Selulosa.	16
IV.2. Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH terhadap Proses Delignifikasi.	17
IV.3. Pengaruh Jumlah Tahap Delignifikasi dan <i>Bleaching</i> terhadap Nanokristal Selulosa.....	21

IV.4. Pengaruh proses <i>bleaching</i> menggunakan larutan NaClO terhadap Nanokristal Selulosa.....	26
IV.5. Analisa FTIR.....	30
IV.6. Pembuatan Hidrogel.....	31
IV.7. Uji Swelling Ratio Terhadap Hidrogel.....	33
IV.8. Uji Adsorpsi Hidrogel Terhadap <i>Methylene Blue</i>	34
Bab V. Kesimpulan dan Saran.....	37
Daftar Pustaka.....	39
Lampiran A.....	43
Lampiran B.....	46
Lampiran C.....	51
Lampiran D.....	53
Lampiran E.....	56
Lampiran F.....	58
Lampiran G.....	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur Selulosa	4
Gambar II.2. Proses delignifikasi	4
Gambar II.2 Mekanisme hidrolisis selulosa dengan asam	6
Gambar IV.1. Pengaruh waktu delignifikasi terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada proses delignifikasi kulit pisang	16
Gambar IV.2. Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada proses delignifikasi kuli pisang	18
Gambar IV.3. Larutan hasil hidrolisis dengan delignifikasi rasio kulit pisang:larutan NaOH 1:8 (w/v), waktu 5 jam, larutan NaOH 17%	19
Gambar IV.4. Pengaruh rasio massa kulit pisang dan larutan NaOH pada proses delignifikasi terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin.	20
Gambar IV.5. Pengaruh jumlah tahap delignifikasi dan <i>bleaching</i> terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin	21
Gambar IV.6 Reaksi lignin dengan gugus hidroksil dari NaOH	22
Gambar IV.7 Struktur kristalin dan amorf pada selulosa	23
Gambar IV.8. Proses hidrolisis <i>single stage</i> delignifikasi serta <i>bleaching</i> pada waktu menit ke (a) 0, (b) 5 dan (c) 10	24
Gambar IV.9. Produk hasil proses hidrolisis (nanokristal selulosa) <i>single stage</i>	24
Gambar IV.10. Proses hidrolisis <i>double stage</i> delignifikasi serta <i>bleaching</i> pada waktu menit ke (a) 0, (b) 10 dan (c) 20	25
Gambar IV.11. NCC hasil proses hidrolisis (nanokristal selulosa) <i>double stage</i>	25
Gambar IV.12. Perbandingan pencampuran NCC dengan akuades dari proses double stage delignifikasi serta <i>double stagebleaching</i> dengan akuades	26
Gambar IV.13. Pengaruh penggunaan larutan NaClO dan larutan H ₂ O ₂ pada proses <i>bleaching</i> terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin.	27
Gambar IV.14. Proses hidrolisis <i>single stage</i> delignifikasi serta <i>bleaching</i> dengan menggunakan larutan NaClO pada waktu menit ke (a) 0, (b) 22, dan (c) 47	28
Gambar IV.15. Hasil proses hidrolisis (nanokristal selulosa) <i>single stage</i> delignifikasi dan <i>bleaching</i> dengan larutan NaClO	29
Gambar IV.16. Spektrum FTIR NCC	30
Gambar IV.17. Hidrogel dengan variasi konsentrasi NCC	31
Gambar IV.18. Mekanisme NCC dengan <i>crosslink</i> hidrogel	33
Gambar IV.19 Swelling ratio dari hidrogel berbagai konsentrasi NCC	33

Gambar IV.20 Kurva uji adsorpsi hidrogel selama 3 jam perendaman	34
Gambar IV.21 Hidrogel sebelum proses adsorpsi.....	35
Gambar IV.22 Hidrogel setelah proses adsorpsi.....	35
Gambar D.1 Kurva pengeringan hidrogel	55
Gambar F.1 Kurva panjang gelombang maksimum.....	60
Gambar F.2 Kurva baku <i>methylene blue</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 State of the art adsorpsi zat warna menggunakan hidrogel.....	7
Tabel IV.1. Pengaruh konsentrasi NCC pada pembuatan hidrogel.....	32
Tabel B.1 Pengaruh waktu delignifikasi terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada proses delignifikasi kulit pisang	47
Tabel B.2 Pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada proses delignifikasi kulit pisang.....	48
Tabel B.3 Pengaruh rasio massa kulit pisang dan larutan NaOH pada proses delignifikasi terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin.....	48
Tabel B.4 Pengaruh jumlah stage pada delignifikasi dan bleaching terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin.....	49
Tabel B.5 Pengaruh penggunaan larutan NaClO pada proses <i>bleaching</i> terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin.	49
Tabel C.1. Hasil penimbangan pembuatan hidrogel	52
Tabel D.1. Penentuan massa konstan pengeringan hidrogel	53
Tabel E.1. Penentuan massa konstan swelling hidrogel.....	56
Tabel F.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	60
Tabel F.2 Tabel pembuatan kurva baku	61
Tabel G.1 Penentuan Q_t pada konsentrasi awal 80 ppm	62

INTISARI

Buah pisang merupakan salah satu buah yang dihasilkan oleh negara Indonesia. Masyarakat sering mengabaikan kegunaan dari kulit pisang sehingga kulit buah pisang menjadi limbah. Salah satu proses yang dapat dilakukan adalah dengan mengolah limbah kulit pisang tersebut menjadi selulosa nanokristal (*nanocrystalline cellulose* (NCC)) untuk dikembangkan menjadi hidrogel. Dalam penelitian ini hidrogel berbasis NCC digunakan sebagai adsorben untuk menyerap zat warna, yaitu metilen biru. Proses penggunaan NCC yang dikembangkan menjadi hidrogel diawali dengan proses delignifikasi, proses *bleaching* dan proses hidrolisis dengan asam untuk menghasilkan NCC, selanjutnya NCC dibuat hidrogel.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari karakteristik nanokristal selulosa yang dihasilkan dari kulit pisang dan mempelajari pengaruh penambahan NCC terhadap daya adsorpsi hidrogel untuk menyerap zat warna. Tahapan penelitian meliputi tahap delignifikasi kulit pisang, *bleaching*, hidrolisis asam, pembuatan hidrogel, dan uji adsorpsi menggunakan adsorbat *methylene blue*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil dari proses delignifikasi NaOH 10% dengan rasio kulit pisang:larutan NaOH 1:20 (w/v) selama 5 jam dan proses *bleaching* dengan larutan NaClO 1% dan H₂O₂ 5% dengan rasio bahan:larutan 1:50 (w/v) selama 2 jam menghasilkan kadar selulosa yang paling tinggi yaitu 73,56%. Selulosa yang didapat kemudian dihidrolisis dengan menggunakan larutan H₂SO₄ 64% untuk mendapatkan NCC yang selanjutnya dibuat hidrogel. Penambahan NCC sampai 2% ke dalam hidrogel memberikan tingkat kepadatan dan tingkat kekenyalan terbaik. Di sisi lain, hasil uji kemampuan mengembang (swelling) serta uji kemampuan mengadsorpsi *methylene blue* selama 3 jam menunjukkan bahwa penambahan NCC sampai 2% ke dalam hidrogel memiliki nilai terbesar, yaitu 385,14% dan dapat mengadsorpsi *methylene blue* paling tinggi yaitu sebanyak 2,1356 mg.

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa NCC yang dihasilkan dari limbah kulit pisang dapat dibuat hidrogel. Hidrogel yang dihasilkan dapat digunakan untuk menyerap *methylene blue*. Namun masih diperlukan kajian lebih lanjut untuk dapat mengaplikasikan hidrogel sebagai penyerap zat warna limbah industri berbasis *methylene blue*.

ABSTRACT

Banana fruit is one of the fruits produced by the country of Indonesia. People often ignore the use of banana peels so that the skin of bananas becomes waste. One process that can be done is by processing the banana peel waste into nanocrystal cellulose to be developed into a hydrogel. In this study NCC based hydrogels were used as adsorbents to absorb dyes, namely methylene blue. The process of using NCC which was developed into a hydrogel begins with the delignification process, the bleaching process and the hydrolysis process with acid to produce NCC, then the NCC is made hydrogel.

The purpose of this study was to study the characteristics of cellulose nanocrystal produced from banana peel and to study the effect of adding cellulose nanocrystal from banana peel waste to the adsorption power of hydrogels to absorb dyes. The stages of the study included the stages of delignification, bleaching, acid hydrolysis, hydrogel making, and adsorption test using adsorbate methylene blue.

The results showed that the delignification process using 10% NaOH with a ratio of banana peel and NaOH solution 1:20 for 5 hours and bleaching with 1% NaClO solution and 5% H₂O₂ with a material ratio: solution 1:50 (w / v) for 2 hours the highest cellulose level was found at 73.56%. Cellulose obtained was then hydrolyzed by using H₂SO₄ 64% solution to obtain nanocrystal cellulose (NCC). NCC that has been obtained is added to the hydrogel. Addition of NCC to 2% into the hydrogel has the best density, elasticity. On the other hand, the swelling ability test and the ability to adsorb methylene blue for 3 hours showed that the addition of NCC to 2% into the hydrogel had the greatest value, namely 385.14% and could adsorb the highest methylene blue as much as 2, 1356 mg

From the results of the study it can be concluded that the NCC processed from waste banana peel can be made hydrogels. The resulting hydrogel can be used to absorb methylene blue. However, further studies are still needed to be able to apply the hydrogel as an absorbent dye for methylene blue industrial waste.