

**Program Penelitian
FT UNNES**

LAPORAN PENELITIAN FT UNNES



KUALITAS *CARRAGEENAN HYDROGEL* HASIL EKSTRAKSI RUMPUT LAUT MERAH MELALUI *CROSSLINKING* DENGAN GLUTARALDEHID PADA VARIASI SUHU

Oleh:

Astrilia Damayanti, S.T., M.T.

NIP. 197309082006042001

Dr. Megawati, S.T., M.T.

NIP. 197211062006042001

Dibiayai oleh:

Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian DIPA Unnes Nomor: 0597/023-04.2.16/13/2012, tanggal 9 Desember 2011, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor: 2391 A/UN37.1.5/PL/2012, tanggal 9 Agustus 2012

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2012**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul : Kualitas *Carageenan Hydrogel* Hasil Ekstraksi Rumput Laut Merah melalui *Crosslinking* dengan Glutaraldehid pada Variasi Suhu
2. Bidang : Teknologi
3. Ketua Tim Pengusul
 - a. Nama : Astrillia Damayanti, S.T., M.T.
 - b. NIP. : 197309082006042001
 - c. Pangkat/Golongan : Penata /IIIc
 - d. Jabatan : Lektor i
4. Jumlah Tim : 2 Orang
5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Prodi Teknik Kimia Gd E1 lt.2
Kampus Sekaran Gunungpati
6. Lama Penelitian : 5 bulan
7. Biaya yang Diperlukan : Rp. 7.500.000,00

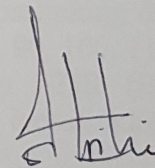
Semarang, 03 Desember 2012

Mengetahui,
Dekan FT Unnes



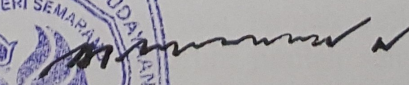
Dr. M. Harlanu, M.Pd.
NIP. 196602151991021001

Ketua Penelitian,




Astrillia Damayanti, S.T., M.T.
NIP. 197309082006042001

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat



Dr. Bambang Budi Raharjo, M.Si.
NIP. 196012171986011001



Kualitas Carrageenan Hydrogel Hasil Ekstraksi Rumput Laut Merah melalui Crosslinking dengan Glutaraldehyd pada Variasi Suhu

Astrillia Damayanti dan Megawati

Prodi Teknik Kimia, Fak. Teknik, Universitas Negeri Semarang

RINGKASAN

Rumput laut merupakan jenis kekayaan laut Indonesia yang keberadaannya melimpah yang dapat diekstraksi menjadi beberapa produk, salah satunya adalah karagenan yang mempunyai nilai guna tinggi untuk diproduksi menjadi hidrojel, yaitu sejenis jel yang dapat menyerap suatu zat yang terlarut dalam pelarut tertentu, terutama air. Hidrojel ini mengandung galaktosa yang dapat merekah dan menyerap air dan dalam kurun waktu tertentu larut sempurna.

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi karagenan dari rumput laut dengan pelarut alkali. Karagenan yang berhasil diekstrak dipresipitasi dengan alcohol teknik untuk memisahkannya dari air, sehingga diperoleh karagenan murni. Karagenan ini dikeringkan sampai berat konstan dan dihitung berapa nilai rendemennya. Selanjutnya, kumpulan karagenan yang didapat dilelehkan kembali menjadi sari dan dicetak dalam cetakan datar. Hasil cetakan dikeringkan dan dipotong-potong sekitar 1 x 1 cm. Potongan karagenan ini dicrosslinking dengan glutaraldehyd diikuti dengan reaksi kuring pada variasi suhu (80, 90, 100, 110 dan 120 °C). Uji swelling degree dan struktur molekul dengan FTIR (Fourier Transform Infrared) digunakan untuk menganalisis pengaruh crosslinking dan juga pengaruh suhu pada crosslinking..

Hasil analisis rendemen karagenan dari ekstraksi rumput laut dengan pelarut alkali berkisar 23,37% karagenan kering/rumput laut basah. Hasil analisis swelling degree menunjukkan bahwa crosslinking karagenan menjadi hidrojel relatif bagus pada suhu 120 °C, dengan nilai swelling degree sekitar 6 w/w air/hidrojel. Pada suhu 80-100 °C terlihat bahwa setelah 1 jam perendaman, hidrojel hancur. Kehancuran hidrojel pada suhu 80 °C sudah terjadi sejak 30 menit, disusul kemudian pada suhu 90 °C (pada sekitar 45 menit) dan 100 °C (pada sekitar 60 menit). Hal ini berarti suhu member pengaruh yang kuat pada crosslinking karagenan. Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa crosslinking juga mempengaruhi jumlah senyawa sulfat yang terdapat dalam karagenan. Semakin tinggi suhu crosslinking ternyata jumlah sulfat semakin berkurang. Selain itu, crosslinkin juga mempengaruhi jumlah senyawa anhidrogalaktosa, yaitu semakin tinggi suhu crosslinking jumlah air terikat semakin berkurang, hal ini ditunjukkan dengan jumlah senyawa galaktosa bebas air semakin meningkat. Demikian juga bila dibandingkan dengan karagenan yang tidak dicrosslinking.

Kata kunci: crosslinking, glutaraldehyd, hidrojel, karagenan, rumput laut

KATA PENGANTAR

Puji syukur dipanjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, Maha Kasih, dan Maha Penyayang karena atas berkat dan rahmatNya kami dapat menyelesaikan penulisan laporan penelitian DIPA FT UNNES 2012 dengan judul “Kualitas Carageenan Hydrogel Hasil Ekstraksi Rumput Laut Merah melalui Crosslinking dengan Glutaraldehyd pada Variasi Suhu”. Pada kesempatan ini kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Negeri Semarang
3. Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
4. Ketua Prodi Teknik Kimia Fakultas Teknik UNNES
5. Kepala Laboratorium Jurusan Teknik Kimia FT UNNES
6. Kepala Laboratorium Teknik Kimia UGM

Kami telah berusaha menyajikan yang terbaik dalam penulisan laporan ini. Namun demikian kami masih mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun. Akhri kata, kami berharap penulisan laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang terkait.

Semarang, 3 Desember 2012

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN (ABSTRAK)	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
BAB I. PENDAHULUAN	
1. Latar Belakang	1
2. Identifikasi dan Perumusan Masalah.....	2
3. Tujuan Penelitian	3
4. Keluaran dan Manfaat.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
1. Karagenan	4
2. Reaksi crosslinking	8
3. Glutaraldehid	11
BAB III. METODE PENELITIAN	
1. Variabel Penelitian.....	13
2. Model Penelitian.....	14
BAB IV. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN	
1. Ekstraksi Karagenan dari rumput laut	16
2. Crosslinking karagenan dengan glutaraldehid	16
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
DAFTAR PUSTAKA	25

DAFTAR TABEL

1. Beberapa jenis rumput laut penghasil karagenan	4
2. Hasil analisis swelling degree	16
3. Hasil uji FTIR	23

DAFTAR GAMBAR

1. Prinsip perubahan karagenan pada perlakuan alkali	6
2. Konformasi ${}^4C^1$	7
3. Perubahan konformasi dari ${}^4C^1$ menjadi ${}^1C^4$	8
4. Metode crosslinking untuk sintesis hidrojel	9
5. Struktur molekul hidrojel bermuatan	10
6. Struktur glutaraldehid	11
7. Reaksi crosslinking polivinil alkohol dan chondrotin sulfat menggunakan glutaraldehid	12
8. Reaksi crosslinking polivinil alkohol dan glutaraldehid	12
9. Jenis rumput laut	13
10. Perendaman rumput laut	14
11. Potongan rumput laut	14
12. Ekstraksi karagenan	14
13. Presipitasi karagenan	15
14. Potongan karagenan	16
15. Perendaman karagenan dalam glutaraldehid	16
16. Hidrojel karagenan	17
17. Uji swelling degree	17
18. Karagenan kering	19
19. Uji FTIR karagenan tanpa crosslinking	19
20. Uji FTIR karagenan dengan crosslinking pada 110 °C	21
21. Uji FTIR karagenan dengan crosslinking pada 120 °C	22

DAFTAR LMPHIRAN

1. Dokumentasi Penelitian.....	27
2. Personalia Penelitiraniol ..	29
3. Surat Kontrak Penelitian	37

PENGEMBANGAN CARA EKSTRAKSI KARAGENAN DARI RUMPUT LAUT MERAH DENGAN *MICROWAVE-ASSISTED EXTRACTION*

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara pengekspor karagenan perlu meningkatkan kapasitas dan kualitas karagenannya supaya menjadi bahan setengah jadi yang berkualitas (Distantina, 2011). Sebagai contoh, perusahaan pengolahan rumput laut di Indonesia, PT SeaPlant Sulawesi, mengekspor rumput laut kering dan produk Semi Refined Carrageenan (SRC). Perusahaan ini menggunakan cara ekstraksi dengan pelarut untuk mendapatkan karagenan setengah jadi (produk SRC). Produk setengah jadi karagenan ini banyak digunakan di industri pangan dan merupakan bahan baku Refined Carrageenan (RC). Penggunaan RC lebih luas dibandingkan SRC, seperti industri farmasi, kosmetik, dan biodegradable film (www.cpkelco.com, 2005). Selain itu, karagenan juga dapat dimanfaatkan sebagai hidrojel untuk industri pampers, diapers, penyerap racun dan penyimpan obat pada industri obat-obatan dan media tumbuh untuk beberapa tanaman tertentu. Oleh karena itu, usaha-usaha untuk memperbaiki cara-cara ekstraksi karagenan perlu ditingkatkan, apalagi cara ekstraksi dengan pelarut, yang merupakan andalan cara ekstraksi karagenan selama ini, dapat menyebabkan karagenan terkontaminasi dengan senyawa kimia pelarut. Hal inilah yang mendorong dilakukannya penelitian ini, yaitu ekstraksi rumput laut untuk mendapatkan karagenan yang berkualitas dengan *microwave-assisted extraction*.

Terdapat 2 tahapan utama pengolahan rumput laut menjadi hidrojel. Tahap pertama adalah ekstraksi rumput laut menghasilkan karagenan dan tahap kedua adalah reaksi crosslinking karagenan menjadi hidrojel. Secara umum, ekstraksi rumput laut dilakukan melalui serangkaian proses perendaman, ekstraksi dengan larutan basa KOH, pemisahan karagenan dengan pelarutnya, kemudian pengeringan karagenan. Studi optimasi pada ekstraksi rumput laut untuk menghasilkan karagenan ini sudah banyak dipelajari dan diterapkan (Pelegrin et al. 2006; Ciancia et al. ,1993; 1997; Uy et al., 2005; Hilliou et al., 2006; Distantina dkk. 2008). Sementara itu, studi terhadap reaksi *crosslinking* karagenan untuk menghasilkan hidrojel yang berkualitas relatif belum

banyak dilakukan. Reaksi *crosslinking* karagenan dapat dilakukan dengan mereaksikan karagenan dengan beberapa *crosslinking agent*, seperti glutaraldehid. Glutaraldehid merupakan senyawa kimia yang mudah didapatkan di Indonesia dan murah dibandingkan *crosslinking agent* yang lain. Penelitian ini akan menitikberatkan pada reaksi *crosslinking* karagenan dengan glutaraldehid.

Menurut pustaka, reaksi *crosslinking* suatu polimer dipengaruhi oleh beberapa variabel proses, yaitu suhu, kekentalan bahan, dan komposisi bahan. Kekentalan bahan dan komposisi bahan sangat dipengaruhi oleh jenis rumput laut dan proses ekstraksi rumput laut. Karagenan yang akan dipakai pada penelitian ini diperoleh dari hasil ekstraksi rumput laut merah yang akan dilakukan pada tahap awal penelitian, sehingga kekentalan dan komposisi dipilih sebagai variabel tetap. Rumput laut merah dipilih karena paling banyak didapatkan di perairan utara pantai Jawa. Suhu reaksi *crosslinking* merupakan variabel yang penting untuk dioptimasi karena variabel tersebut sangat menentukan biaya proses (kebutuhan energi) *crosslinking* karagenan menjadi hidrojel, sehingga perlu untuk dipelajari.

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Permasalahan yang akan diteliti adalah

1. Ekstraksi rumput laut merah (*eucheuma cottonii*) dengan KOH menghasilkan karagenan, sebagai upaya pemanfaatan kekayaan alam Indonesia berbasis rumput laut.
2. Reaksi *crosslinking* karagenan dengan glutaraldehid menjadi hidrojel karagenan, sebagai produk jadi yang berkualitas. Hal ini mengingat karagenan sebagai hasil ekstraksi rumput laut merah, hanya merupakan hasil setengah jadi, yang belum mempunyai nilai ekonomi tinggi.
3. Pengaruh suhu *crosslinking* karagenan dengan larutan glutaraldehid.

Dengan dasar permasalahan tersebut maka rumusan masalah penelitian ini adalah:

”Berapa suhu reaksi *crosslinking*, jika karagenan diproses lebih lanjut melalui reaksi *crosslinking* dengan glutaraldehid untuk menghasilkan hidrojel yang berkualitas?”

3. Tujuan Penelitian

1. Melakukan ekstraksi rumput laut merah dengan KOH untuk menghasilkan karagenan.
2. Melakukan reaksi crosslinking karagenan dengan glutaraldehid.
3. Mengetahui suhu reaksi crosslinking yang optimum dalam reaksi crosslinking karagenan menjadi hidrojel.

4. Keluaran Manfaat Penelitian

Meningkatkan kualitas karagenan hasil ekstraksi rumput laut merah dengan cara melakukan reaksi *crosslinking* karagenan dengan glutaraldehid sebagai *crosslinking agent*, sehingga karagenan dapat ditingkatkan kegunaannya menjadi material fungsional yang memiliki nilai jual tinggi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1. Karagenan

Keanekaragaman jenis rumput laut di perairan Indonesia cukup tinggi, tetapi pada saat ini baru dikenal lima jenis yang bernilai ekspor tinggi, adalah *Gelidium*, *Gelidiella*, *Hypnea*, *Eucheuma*, dan *Gracilaria* (Aslan,1998). Dua jenis diantaranya sudah dibudidayakan dan berkembang di masyarakat, yaitu *Eucheuma* dan *Gracilaria*. Rumput laut jenis *Eucheuma* yang akan dipakai pada penelitian ini termasuk kelas alga merah (*Rhodophyceae*), rumput laut jenis ini merupakan rumput laut penghasil karagenan (karagino-fit) dan penghasil agar (agarofit). Selain itu, terdapat juga kelas rumput laut penghasil alginat (alginofit), rumput laut ini termasuk kelas alga coklat (*Phaeophyceae*). Beberapa jenis rumput laut penghasil karagenan di beberapa negara disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa jenis rumput laut penghasil karagenan

Jenis rumput laut	Fraksi	Daerah penghasil
<i>G. stellata</i>	<i>Kappa, Iota, Lambda</i>	France
<i>G. acicularis</i>	<i>Lambda</i>	Morocco
<i>G. canaliculata</i>	<i>Kappa, Iota, Lambda</i>	Mexico
<i>G. skottebergii</i>	<i>Kappa, Iota, Lambda</i>	Argentina - Chile
<i>G. pistillata</i>	<i>Kappa, Iota, Lambda</i>	Morocco
<i>G. chamissoi</i>	<i>Kappa, Iota, Lambda</i>	Péru - Chile
<i>C. crispus</i>	<i>Kappa, Iota, Lambda</i>	France - North Atlantic
<i>Iridaea</i>	<i>Kappa, Iota, Lambda</i>	Chile

<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4765E/y4765e0a.htm>

Bersumber dari Bisnis Indonesia (5 Maret 2002), trend impor hasil olahan rumput laut di Indonesia semakin meningkat, tahun 1996 impor 30,9 ton hingga 131 ton pada

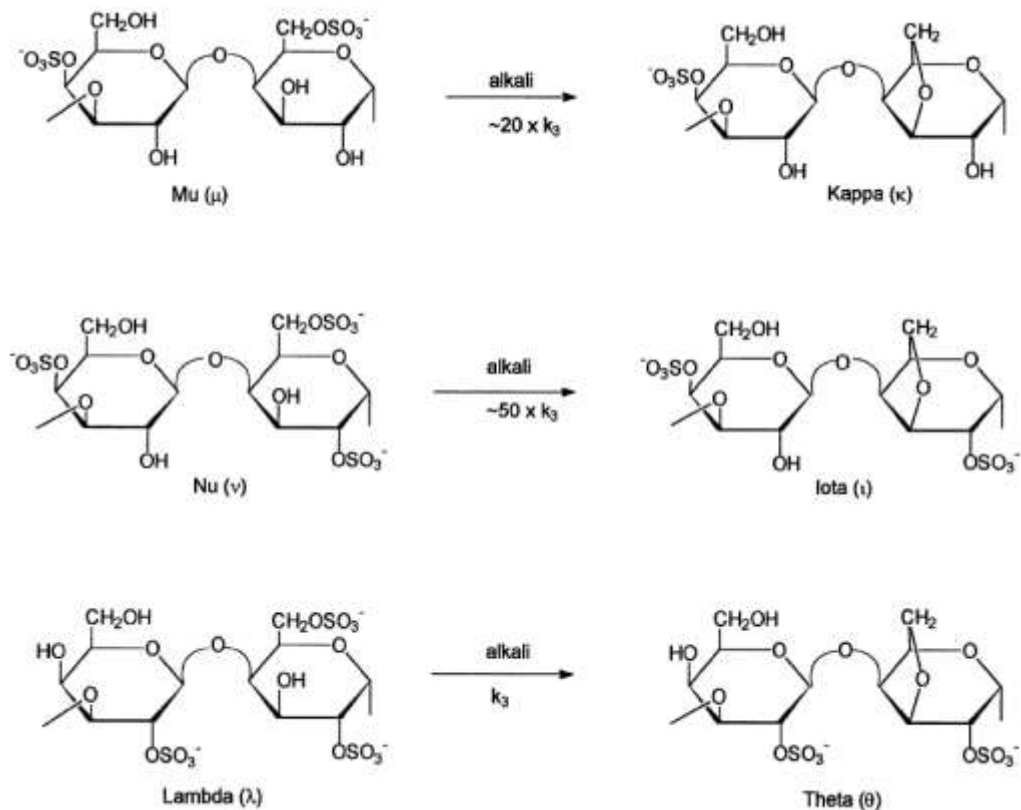
tahun 1997, sedangkan dalam tujuh bulan pertama tahun 1998 impor telah mencapai 434 ton dengan nilai US\$491.000. Pada tahun 2002 nilai ekspor rumput laut Indonesia hanya sekitar US\$45 juta per tahun, sementara Philipina mampu meraup US\$700 juta per tahun dari komoditas ini, padahal 60% produk olahan yang dijual Philipina berbahan baku berasal dari Indonesia. Hal ini menunjukkan bahwa teknologi pengolahan rumput laut di Indonesia masih perlu ditingkatkan. Salah satu bentuk produk unggulan sebagai hasil pengolahan rumput laut adalah karagenan. Oleh karena itu studi pemanfaatan rumput laut menjadi karagenan sangat penting.

Rumput laut *Eucheuma cottonii* yang dibudidayakan di Indonesia menghasilkan polimer kappa karagenan, bersifat larut dalam air panas (70 °C). Kappa karagenan merupakan polimer alam yang mampu membentuk gel yang kuat dan bersifat *thermoreversible gel* (Campo et al., 2009). Karena kemampuannya membentuk gel, secara umum karagenan tidak dimanfaatkan dari segi nutrisinya, tetapi lebih sering banyak diaplikasikan karena fungsinya yang berhubungan dengan pembentukan gel, sebagai stabilisator makanan, bahan pengental, pembentuk gel, pengemulsi, dan banyak dimanfaatkan di industri pangan maupun di industri non pangan seperti farmasi dan kosmetik. Karagenan adalah polisakarida linear yang tersusun atas (1,3)-D-galaktosa atau (1,4)-3,6- anhidro-D-galaktosa dengan gugus sulfat pada posisi tertentu. Klasifikasi famili alga ditentukan posisi gugus sulfat ini pada unit (1,3)-D-galaktosa. Tiga jenis karagenan komersial yang paling penting adalah karagenan iota, kappa dan lambda. Secara alami, jenis iota dan kappa dibentuk secara enzimatik oleh *sulfohydrolase*. Sedangkan secara komersial, diproduksi secara kimiawi oleh ekstraksi dengan alkali. Pada penelitian ini metode secara kimiawi dipilih karena prosesnya lebih sederhana. Ekstraksi rumput laut dengan enzim membutuhkan kondisi yang dijaga dengan ketat untuk kehidupan, pertumbuhan, dan kerja enzim yang optimal. Sementarta itu, biaya pengadaan dan pemeliharaan enzim juga lebih mahal dibandingkan dengan bahan-bahan kimia, juga reaksi dengan enzim membutuhkan waktu berhari-hari dibandingkan reaksi secara kimiawi, hanya membutuhkan waktu beberapa jam.

Pemungutan karagenan dari rumput laut membutuhkan beberapa tahap, yaitu proses perendaman, ekstraksi, pemisahan karagenan dengan pelarutnya (tahap presipitasi menggunakan alkohol), kemudian pengeringan karagenan. Kondisi di setiap tahap dalam pengolahan ini akan mempengaruhi rendemen dan kualitas karagenan.

Adanya gugusan sulfat dapat menurunkan daya gelasi dari karagenan (Falsaw et al., 2001), tetapi dengan pemberian alkali mampu menyebabkan terjadinya transeeliminasi gugusan sulfat yang menghasilkan 3,6-anhidro-D-galaktosa. Dengan demikian derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga bertambah (Pelegrin et al. 2006; Ciancia et al. ,1993; 1997; Uy et al., 2005; Hilliou et al., 2006; Tuvikene, 2006; Distantina dkk. 2008).

Proses ekstraksi rumput laut dengan penambahan alkali dapat meningkatkan sifat-sifat mekanis gel karagenan yang didapatkan (European Patent EP0964876, 1998; Pelegrin et al. 2006; Uy et al., 2005; Hilliou et al., 2006; Tuvikene, 2006). Pembentukan 3,6-anhidro-D-galaktosa dari (1,3)-D-galaktosa-sulfat dengan perlakuan alkali menjadi hal yang penting dan dikenal sebagai reaksi karagenan atau ekstraksi karagenan. Reaksi penambahan alkali ini dikenal juga sebagai reaksi dekinkase atau siklisasi atau desulfatasi, sesuai dengan mekanisme yang terjadi, seperti digambarkan pada Gambar 1.



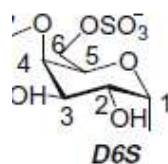
Gambar 1. Prinsip perubahan struktur karagenan pada perlakuan alkali

Larutan alkali yang digunakan pada reaksi sulfatasi rumput laut untuk menghasilkan karagenan diantaranya NaOH, KOH, dan Ca(OH)₂. Jurasek et al. (1998) melakukan studi komposisi terhadap 2 jenis karagenan A (E407) dan B(E407A) yang di produksi di beberapa industri di USA dan Eropa. Kedua jenis ini dibedakan atas dasar metode ekstraksinya. Karagenan A diperoleh dengan ekstraksi menggunakan larutan alkali NaOH (0,05-0,1 N) pada 90–100 °C. Karagenan B diperoleh dengan ekstraksi menggunakan larutan KOH pada 70–80 °C. Hasilnya menunjukkan bahwa ekstraksi dengan KOH lebih baik daripada dengan NaOH, gel karagenan yang diperoleh lebih kuat.

Tuvikene et al. (2006) mempelajari metode isolasi rumput laut *Furcellaria lumbicalis* dan *Cocotylus truncatus*. Variasi pelarut yang dipelajari adalah air, larutan KOH dan NaOH. Dilaporkan bahwa dengan pelarut air akan diperoleh yield tertinggi tetapi *gel strenght*-nya sangat rendah. Ekstraksi dengan pelarut alkali dalam waktu yang lama akan menyebabkan degradasi tetapi meningkatkan gel strenght tiga kali dibandingkan pelarut air. Sifat gel juga dipengaruhi waktu ekstraksi, dikatakan bahwa dengan waktu ekstraksi 3 sampai 4 jam memberikan *gel strenght* tertinggi. Dari kemampuan gel strenght produk, direkomendasikan menggunakan KOH sebagai media pelarut saat ekstraksi.

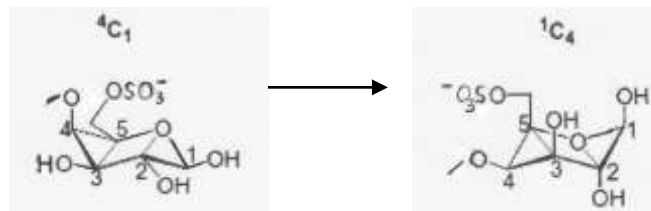
Mekanisme ekstraksi rumput laut dengan alkali menjadi karagenan telah dipublikasi (Ciancia et al., 1993; Campo et al., 2009). Langkah mekanisme tersebut dapat diuraikan seperti berikut:

- a. Polarisasi atau ionisasi gugus OH pada C-3 menyebabkan tolakan O pada C-3 dan gugus OH pada C-2, akibatnya konformasi ${}^4C^1$ (gambar 2) menjadi tidak stabil.



Gambar 2. Konformasi ${}^4C^1$

- b. Perubahan konformasi menjadi 1C_4 adalah usaha untuk menjauhkan grup-grup pada C-2 dan C-3 sejauh mungkin. Pada konformasi 1C_4 ini, posisi O pada C-3 dan sulfat pada C-6 berada pada posisi aksial paralel.



Gambar 3. Perubahan konformasi 4C_1 menjadi 1C_4

- c. Reaksi intramolekuler dengan pembentukan cincin 3,6 anhidro dan bersamaan perpindahan gugus sulfat pada C-6.
- d. Pemanasan polisakarida dalam media alkali kuat menyebabkan grup OH (di posisi C-3) terionisasi. Tampak bahwa kekuatan ion mempengaruhi pembentukan rantai struktur pembentuk gel.

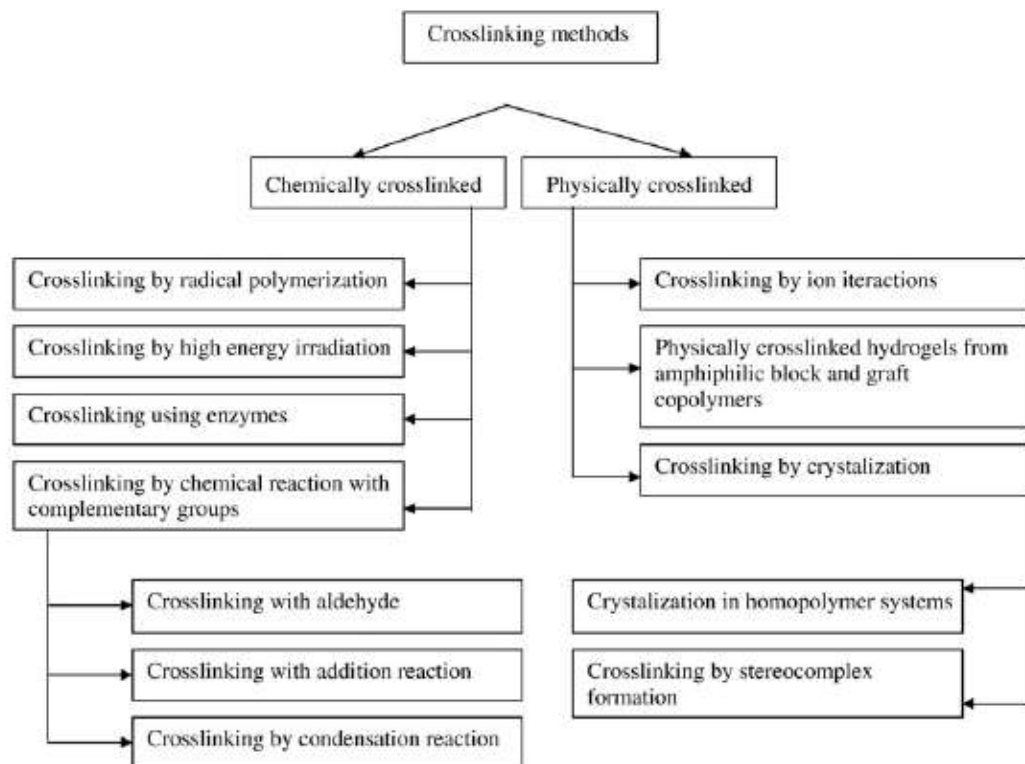
2. Reaksi *Crosslinking*

Hidrogel merupakan jaringan molekul polimer dengan konfigurasi jaringan tiga dimensi yang mampu menyimpan air atau cairan dalam jumlah yang banyak. Kemampuan menjerap cairan ini dapat diindikasikan adanya gugus hidrofilik seperti $-OH$, $-CONH-$, $-CONH_2$ dan $-SO_3H$ dalam polimer yang mampu membentuk struktur hidrogel.

Kappa karagenan bersifat larut dalam air dan hidrofilik. Hal ini disebabkan adanya gugus $-OH$ dan $-O_3SO$. Jika dikontakkan dengan larutan yang berisi air, maka jaringan polimer hidrofilik ini akan terhidrasi, yang secara fisis tampak menjerap air (*swelling*) membentuk struktur gel, dan kemudian secara pelan-pelan akan terlarut dalam air. Jaringan dengan ikatan silang fisis seperti ini belum dapat dimanfaatkan untuk mengontrol pelepasan bahan aktif seperti obat, karena kecepatan hidrasinya tidak terkontrol. Terlebih lagi, gugus $-OH$ tidak dapat membentuk interaksi ion yang kuat dengan ion yang berlawanan. Agar karagenan dapat digunakan sebagai hidrogel yang stabil, tidak mudah larut dalam air, maka struktur karagenan perlu dimodifikasi secara kimia yang bertujuan membentuk struktur jaringan silang kimia (*chemical crosslinked*).

Modifikasi kappa-karagenan dengan pencangkokan (*grafting*) akrilamid menggunakan sinar gamma mampu menghasilkan hidrogel superadsorben (Abd El-Mohdy et al., 2009). Metode *grafting* memiliki beberapa kelemahan, seperti produktivitas yang rendah, membutuhkan suhu tinggi dan membutuhkan penanganan limbah yang cukup rumit (Meena et al., 2009). Sedangkan metode pembentukan ikatan silang (*crosslinking*) dapat mengatasi kekurangan metode *grafting*. Beberapa metode *crosslinking* untuk sintesis hidrogel disajikan dalam Gambar 4.

Banyaknya gugus fungsional dalam polimer karagenan mendorong karagenan cenderung mudah dimodifikasi dengan metode *crosslinking* untuk membentuk jaringan hidrogel. Hidrogel disebut gel permanen atau kimiawi jika hidrogel memiliki jaringan *crosslinked* kovalen. Hidrogel kimiawi dapat disintesis dengan reaksi *crosslinking* terhadap polimer hidrofilik, atau dengan mengkonversi polimer hidrofobik menjadi hidrofilik dan dilanjutkan dengan *crosslinking* untuk membentuk suatu jaringan (Hoffman, 2002).

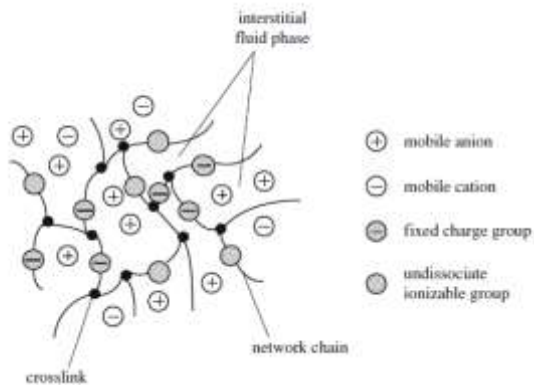


Gambar 4. Metode *crosslinking* untuk sintesis hidrogel (Hamidi et al., 2008)

Reaksi *crosslinking* merupakan pengikatan rantai-rantai polimer melalui ikatan kovalen untuk membentuk suatu jaringan yang dapat menurunkan kebebasan gerak molekul. *Chemical crosslinking* merupakan reaksi langsung antara polimer linier atau bercabang dengan setidaknya sebuah senyawa bifungsional, berat molekul kecil, dan disebut sebagai *crosslinking agent* atau *crosslinker*. Senyawa ini menghubungkan rantai-rantai polimer melalui gugus-gugus fungsionalnya (Peppas et al., 2004). Sejumlah perubahan yang ekstrim akan menyertai *crosslinking* ini. Jika sebelumnya mudah larut, maka polimer ini tidak mudah larut lagi.

Pada keadaan *crosslinked*, jika dikontakkan pelarut maka polimer ini akan mengembang (*swelling*) karena ada cairan menembus jaringannya. Hidrogel dapat mencapai keseimbangan level penyerapan cairan (*swelling*) yang sangat dipengaruhi oleh kerapatan *crosslink* dan afinitas antara pelarut dan polimer. Kemampuan *swelling* adalah sifat fungsional yang banyak dimanfaatkan untuk diterapkan di berbagai bidang. Derajat *swelling* dapat didefinisi dengan rasio berat polimer gel terhadap berat kering.

Pengetahuan mengenai sifat *swelling* adalah sangat penting untuk penggunaan hidrogel, karena keseimbangan derajat *swelling* mempengaruhi koefisien difusi solut melalui hidrogel, sifat permukaan dan mobilitas permukaan, serta sifat mekanis. Jenis hidrogel yang secara luas dipelajari adalah hidrogel yang memiliki kepekaan terhadap perubahan lingkungan seperti pH (Peppas, 2004). Menurut Li et al. (2009) kerangka struktur hidrogel dibentuk oleh jaringan tiga dimensi rantai-rantai polimer yang terdiri atas tiga fase berbeda, yaitu padatan (matrik jaringan polimer), fluida (air atau cairan fisiologis), dan jenis ion. Skema struktur hidrogel yang bermuatan ditunjukkan seperti Gambar 5. Fase padatan adalah jaringan ikatan silang polimer dengan struktur tiga dimensi yang digambarkan sebagai rongga yang terisi cairan. Rongga ini menahan cairan dan juga memberi gaya elastik yang dapat menyebabkan hidrogel mengembang (ekspansi) atau mengerut (kontraksi), sehingga menghasilkan hidrogel yang padat.

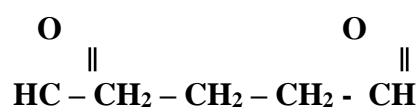


Gambar 5. Skema struktur molekul hidrogel bermuatan (Li et al., 2009).

Beberapa *crosslinking agent* yang digunakan untuk sintesis karagenan antara lain dialdehid seperti glioksal dan glutaraldehid, epiklorohidrin, serta genipin. Beberapa peneliti telah mempelajari sintesis hidrogel berbasis karagenan menggunakan genipin (Meena et al., 2009), CaCl_2 (Garcia et al., 1996) dan epiklorohidrin (Keppeler et al., 2009) sebagai *crosslinking agent*. Menurut Rojas et al. (2011) *crosslinking* menggunakan glutaraldehid menghasilkan derajat *crosslinking* lebih tinggi dibandingkan glioksal.

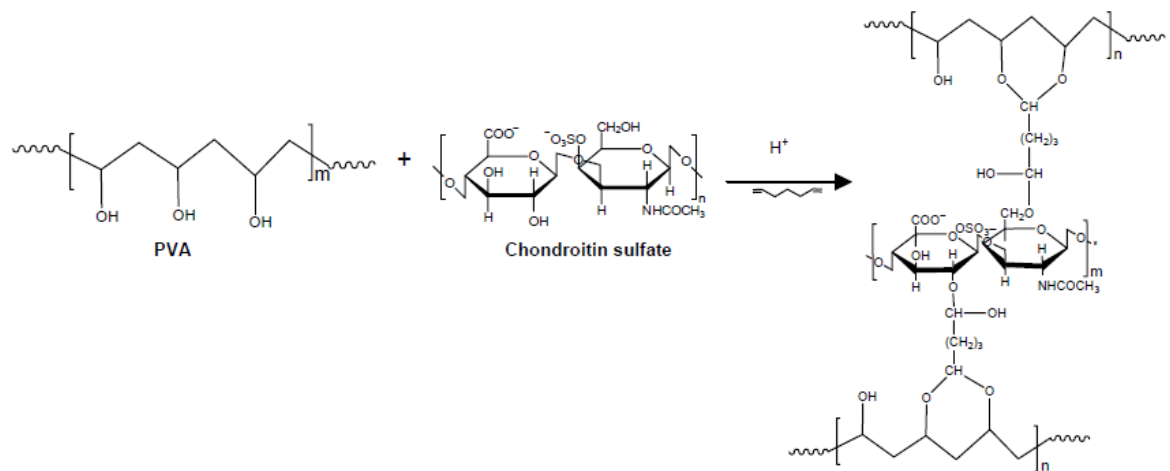
3. Glutaraldehid

Glutaraldehid lebih murah dan mudah diperoleh dibandingkan epiklorohidrin dan genipin. Selain itu, aldehid merupakan gugus relatif lebih reaktif dan glutaraldehid bersifat mudah larut dalam air, sedangkan epiklorohidrin bersifat sedikit larut dalam air. Hal ini menunjukkan bahwa purifikasi sisa *crosslinking agent* akan lebih mudah dan murah jika glutaraldehid digunakan untuk sintesis hidrogel. Oleh karena itu, pada usulan ini akan menggunakan glutaraldehid sebagai *crosslinking agent* untuk sintesis hidrogel dari karagenan. Struktur molekul glutaraldehid disajikan dalam Gambar 6.

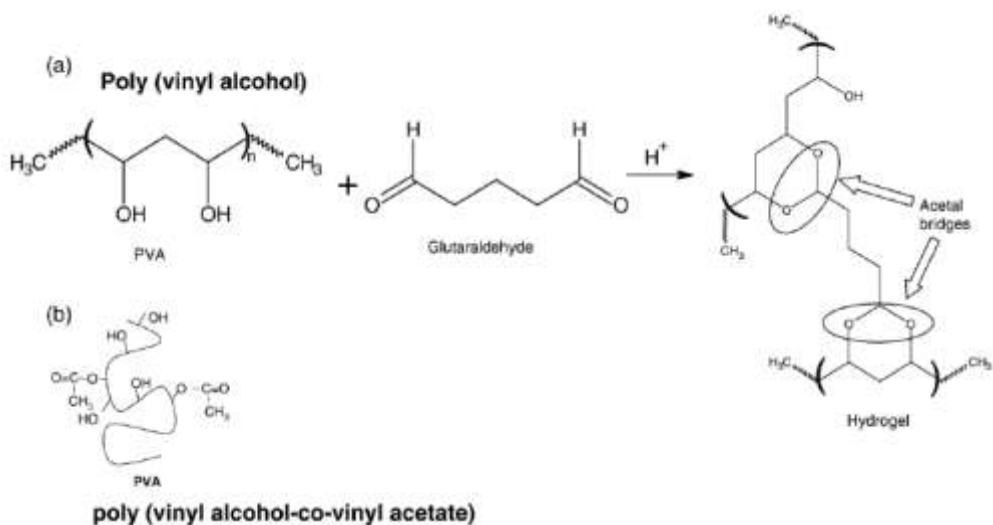


Gambar 6. Struktur glutaraldehid

Glutaraldehid telah banyak dimanfaatkan sebagai *crosslinking* agent pada polimer alam yang berisi grup hidroksil, seperti kolagen (Verissimo et al., 2010), kitosan (Jameela et al. 1995; Shang et al., 2008)), guar gum (Cunha et al., 2005), agar-agar (Yalcin et al., 2008), alginat (Kulkarni et al., 1999; George et al., 2007), film agar (Yalcin et al., 2008) dan xanthan gum (Alupej et al., 2002). Pada reaksi *crosslinking*, grup aldehid dari glutaraldehid bereaksi dengan grup hidroksil dari polimer membentuk jaringan asetal (Lee et al., 2005; Kim et al., 1994; Mansur et al., 2008). Dua contoh reaksi *crosslinking* polimer menggunakan glutaraldehid ditunjukkan dalam Gambar 7 dan 8. Studi keberhasilan reaksi *crosslinking* diukur berdasarkan sifat fisis hidrogel yang dihasilkan. Sifat fisis hidrogel tersebut akan diuraikan pada bagian tersendiri.



Gambar 7. Reaksi crosslinking polivinil alkohol dan chondroitin sulfat menggunakan glutaraldehid (Lee et al., 2005).



**Gambar 8. Reaksi crosslinking polivinil alkohol dan glutaraldehid
(Mansur et al., 2008).**

BAB III METODE PENELITIAN

1. Variabel Penelitian

- 1). Variabel berubah :
 - Suhu *crosslinking* : 80, 90, 100, 110, dan 120 °C
- 2). Variabel tergantung :
 - Jenis rumput laut
 - Komposisi kimia karagenan dengan FTIR
 - Swelling point hidrojel karagenan

Jenis rumput laut yang dipakai dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Jenis rumput laut

2. Model Penelitian

Pekerjaan penelitian di laboratorium dibagi menjadi dua tahap besar, yaitu tahap pemungutan karagenan dan analisis sifat karagenan, dan tahap sintesis hidrogel dan karakterisasi hidrogel.

Tahap pemungutan karagenan. Tiga puluh gram rumput laut direndam dalam akuades selama 15 menit (Gambar 10). Setelah direndam, rumput laut disaring untuk memisahkan air, kemudian dipotong-potong (Gambar 11). Pelarut alkali dengan volume tertentu dipanaskan terlebih dahulu. Ekstraksi dijalankan di dalam labu alas bulat 100 mL. Ketika suhu pelarut telah mencapai 80 °C, rumput laut dimasukkan dan waktu reaksi mulai dihitung. Rasio berat rumput laut – volum pelarut dijaga tetap (1 g/50 mL) dengan menambah akuades panas setiap saat (Gambar 12)



Gambar 10. Perendaman rumput laut



Gambar 11. Potongan rumput laut



Gambar 12. Ekstraksi karagenan

Filtrat dipisahkan dari residu dengan menyaring cuplikan itu. Filtrat dituang dalam etanol teknis (90% berat) dengan rasio 3 mL etanol/1 mL filtrat selama 30 menit dengan sambil diaduk (Gambar 13). Serat yang dihasilkan disaring, dan dikeringkan menggunakan oven (50-60 °C) sampai beratnya konstan.



Gambar 13. Presipitasi karagenan

Tahap sintesis hidrogel. Karagenan yang didapat dikumpulkan kemudian dilelehkan kembali dan dicetak dalam cetakan datar. Lembar karagenan hasil cetakan dipotong kecil dengan ukuran yang hampir seragam (Gambar 14). Tiap 3 lembar karagenan direaksikan dengan campuran glutaraldehid pada suhu kamar selama 2 menit (Gambar 15) dan kemudian diangkat dan dikuring. Reaksi kuring ini untuk membentuk hidrogel (Gambar 16) dan dilakukan pada suhu 80, 90, 100, 110, dan 120 °C selama 20 menit.

Hidrojel yang diperoleh dianalisis karakternya, meliputi struktur kimia dengan FTIR dan kemampuan *swelling*.

Uji *swelling* dilakukan dengan merendam salah satu hasil crosslinking, air rendaman yang digunakan sebanyak 100 mL Perendaman dilakukan selama 60 menit (Gambar 17). Banyaknya air yang terjerap dalam hidrojel hasil crosslinking dihitung sebagai selisih berat sebelum dan setelah direndam. Adapun formula matematis *swelling degree* (SD) yang digunakan disusun sebagai berikut:

$$SD = \frac{\text{berat air terjerap}}{\text{berat hidrojel}} \quad (1)$$



Gambar 14. Potongan karagenan



Gambar 15. Perendaman karagenan dalam glutaraldehid



Gambar 16. Hidrojel karagenan



Gambar 17. Uji swelling degree

BAB IV

HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

1. Ekstraksi karagenan dari rumput laut

Karagenan hasil ekstraksi yang sudah dikeringkan dapat dilihat pada Gambar 18. Rendemen karagenan hasil ekstraksi berkisar 23,67% karagenan kering/rumput laut basah.



Gambar 18. Karagenan kering

2. Crosslinking karagenan dengan glutaraldehid menjadi hidrojel

Uji swelling degree

Hasil uji swelling degree hidrojel dapat dilihat pada Tabel 2.

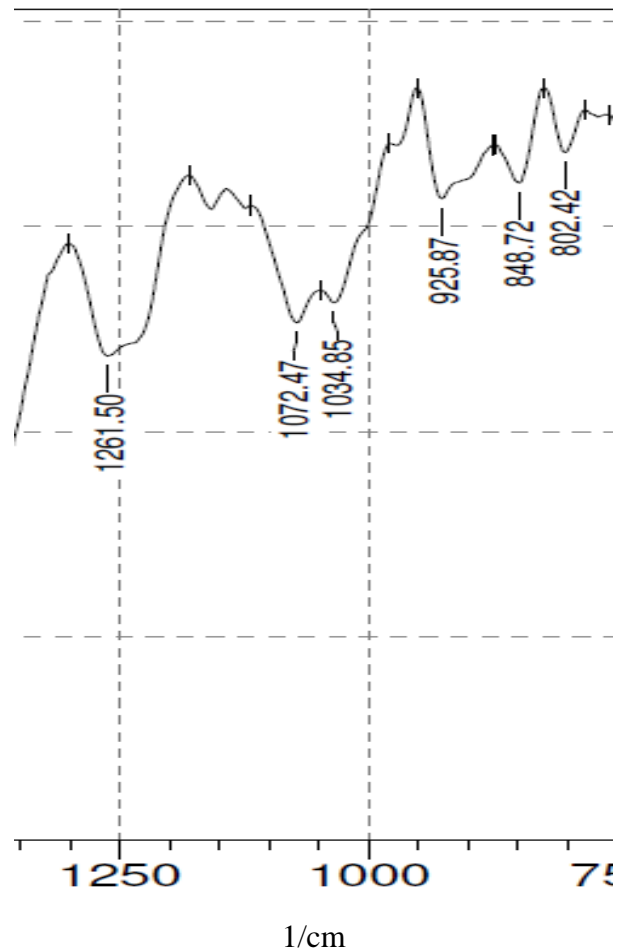
Tabel 2. Hasil analisis swelling degree

Sampel	Berat hidrojel awal	Berat gelas arloji kosong	Berat gelas arloji+hidrojel+air	Berat air terjerap	SD
Tanpa crosslinking	0.0414	31.9741	Hancur	-	-
Dengan crosslinking (°C)					
80	0.064	60.2023	Hancur	-	-
90	0.0653	60.8029	Hancur	-	-
100	0.0465	59.974	Hancur	-	-
110	0.0586	60.1594	60.5411	0.3817	6.5137
120	0.058	60.0323	60.3824	0.3501	6.0362

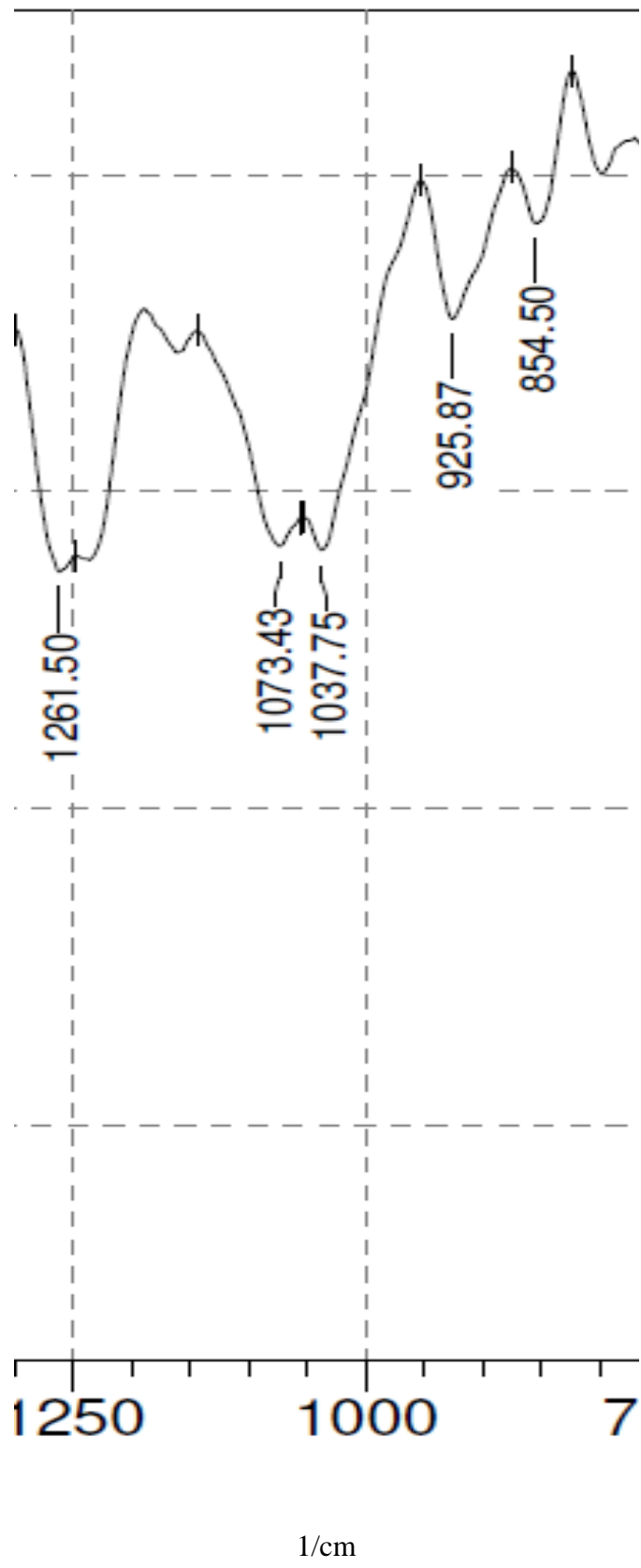
Hasil uji swelling member indikasi bahwa reaksi crosslinking karagenan menjadi hidrojel relatif bagus pada suhu 120 °C. Pada suhu 80-100 °C terlihat bahwa setelah 1 jam perendaman, hidrojel hancur, sehingga tidak dapat diukur secara akurat nilai swelling degreenya. Kehancuran hidrojel pada suhu 80 °C sudah terjadi sejak 30 menit, disusul kemudian pada suhu 90 (pada sekitar 45 menit) dan 100 °C (pada sekitar 60 menit). Hal ini berarti suhu member pengaruh yang kuat pada crosslinking karagenan.

Uji FTIR

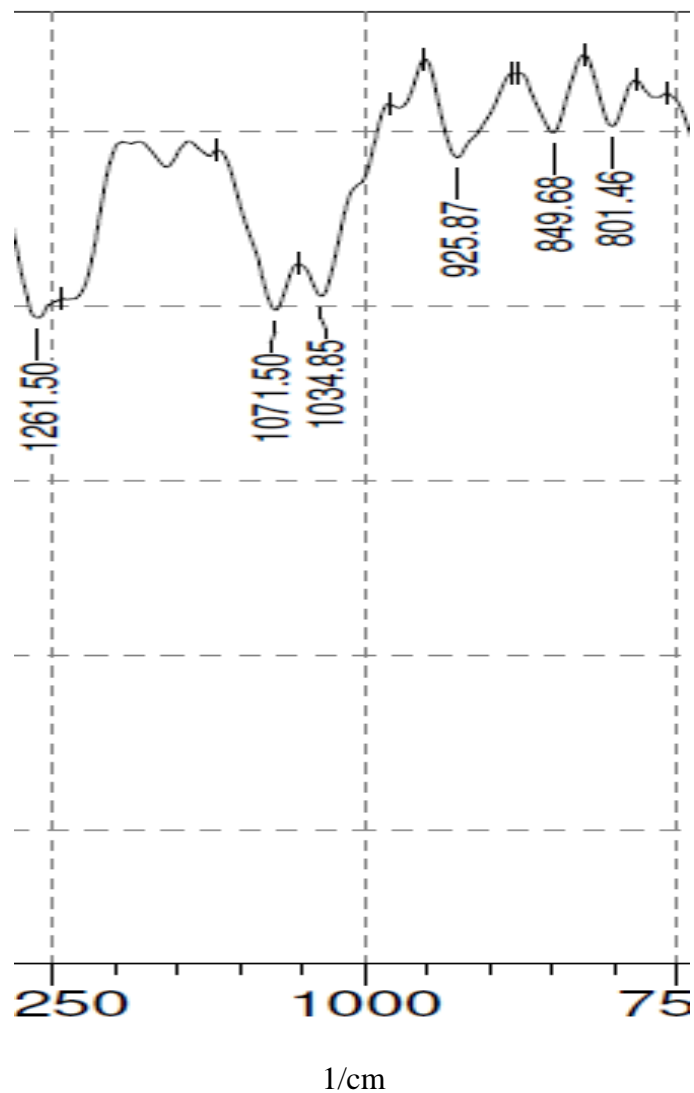
Hasil uji struktur molekul hidrojel dapat dilihat pada Gambar 19, 20, dan 21. Berdasarkan literatur (Pereira et al. 2009), komponen senyawa kimia pada karagenan berada pada panjang gelombang 805-1260 1/cm.



Gambar 19. Uji FTIR karagenan tanpa crosslinking



Gambar 20. Uji FTIR karagenan dengan crosslinking pada 110 °C



Gambar 21. Uji FTIR karagenan dengan crosslinking pada 120 °C

Hasil uji FTIR di atas kemudian dicocokkan dengan standar peak karagenan dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3. Crosslinking selain memperkuat struktur ikatan karagenan yang sudah dibuktikan melalui uji swelling deგრe, ternyata crosslinking juga mempengaruhi jumlah senyawa sulfat yang terdapat dalam karagenan. Semakin tinggi suhu crosslinking ternyata jumlah sulfat semakin berkurang. Hal ini sangat menguntungkan jika crosslinking akan dipakai untuk menjerap racun tertentu yang tidak suka pada suasana asam.

Tabel 3. Hasil uji FTIR

Panjang gelombang 1/cm	Komponen	tanpa Crosslinking	dengan crosslinking	
			110 °C	120 °C
801-802	C2 dari 3,6 anhydrogalactose	0.052369617		0.093822
849-854	galactose	0.077688812	0.159353	0.138444
925	C-O dari anhydrogalactose	0.180264012	0.334103	0.270023
1034-1037	C-O dari anhydrogalactose	0.091322225	0.225558	0.189931
1071-1073	C-O dari anhydrogalactose	0.097165116	0.12856	0.182494
1261	sulphate	0.501190219	0.152425	0.125286

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa crosslinking mempengaruhi jumlah senyawa anhidrogalaktosa, yaitu semakin tinggi suhu crosslinking jumlah air terikat semakin berkurang, hal ini ditunjukkan dengan jumlah senyawa galaktosa bebas air semakin meningkat. Demikian juga bila dibandingkan dengan karagenan yang tidak dicrosslinking.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Beberapa hal yang dapat disimpulkan dari hasil penelitian ini dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Rendemen karagenan hasil ekstraksi rumput laut dengan pelarut alkali berkisar 23,67% karagenan kering/rumput laut basah.
2. Uji swelling degree menunjukkan bahwa suhu crosslinking pada 120 °C memberikan ketahanan terhadap air relatif lama (60 menit).
3. Uji FTIR menunjukkan bahwa suhu crosslinking pada 120 oC mengakibatkan penurunan kadar sulfat dan jumlah air terjerap dalam gugus galaktosanya.

Saran

Beberapa saran berikut akan dapat diterapkan untuk memperbaiki dan menindaklanjuti penelitian tentang pembuatan hidrojel dari karagenan:

1. Pengaruh variasi jenis pelarut alkali terhadap kekuatan hidrojel hasil crosslinking perlu dipelajari mengingat limbah yang dihasilkan dapat menyebabkan pencemaran air.
2. Aplikasi uji swelling degree tidak hanya diterapkan terhadap air mengingat kegunaan hidrojel dalam kehidupan sehari-hari tidak dibatasi di dalam air.

DAFTAR PUSTAKA

- Agnes K, 2004, Pengaruh transesterifikasi minyak inti kelapa sawit untuk menghasilkan metil ester dan gliserin, *Skripsi*, Fakultas Teknik, UI, Jakarta.
- Darmoko, D. dan Munir, C., 2000, *Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor*, Department of Food Science and Human Nutrition, Agricultural Bioprocess Laboratory, University of Illinois, Urbana, Illinois
- Dinas Perkebunan Propinsi Jawa Tengah. 2003. *Produksi*, Jawa Tengah.
- Freedmen, B., Butterfield, R.O., and Pryde E. H., , 1986.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia II*. Badan Litbag Kehutanan. Jakarta
- Kusdiana, D. dan Saka, S., 2001, *Biodiesel Fuel for Diesel Fuel Substitute by A Catalyst Free Supercritical Methanol*, Kyoto University, Japan.
- Nasikin, M., Sukirno, dan Nurhayanti, W., 2004, Penggunaan Metode Netralisasi dan Pre-esterifikasi untuk Mengurangi Asam Lemak Bebas pada CPO (Crude Palm Oil) dan Pengaruhnya terhadap *Yield* Metilester., *Jurnal Teknologi*, Edisi Khusus No. 1: 24-31.
- Ngoan, L. D., Ogle, R. B., Sarria, P., Preston, T.R., 1998, *Effect of Replacing Sugar Cane Juice with African Palm Oil (Elaeis Guineensis) on Performance and carcass characteristics of Pigs*, Swedia.
- Schuchardt, Ulf, Serheli, R., dan Vargas, R. M., 1997, Transesterification of Vegetable Oil, *A Review*, www.sbg.org.bir.
- Supriyanto, 2001, Studi literatur Katalis Co, K/CeO₂ sebagai Catalytic Converter untuk Kendaraan Bermesin Diesel, *Tugas Seminar*, Jurusan TGP, UI.
- Yoedhi, B., Supriyanto, H., Syakur, R., 2001, Minyak Kelapa Sawit sebagai Pengganti Bahan Bakar Solar yang dapat Diperbaharui (*Renewable*) dan Ramah Lingkungan, *Tugas Seminar*, Universitas Indonesia, , Jakarta.
- Tatang dan Tirto, 2005. Riset-riset Kimia dan Teknologi Proses yang Diperlukan untuk Mendukung Terwujudnya Industri Biodiesel Berbasis IPTEK di Indonesia. *Laporan*. Bandung.

Silva, K.T De. 1995. A Manual on The Essential Oil Industry. United Nations Industrial Development Organization, Vienna, Austria.

Underwood, A.L., dan Day, R. A., 2002, "Analisis Kimia Kuantitatif", edisi keenam, a.b.: Sopyan, I., Erlangga, Jakarta, hlm 487-489.

Wei, A. and Shibamoto, T., 2007. Antioxidant Activities and Volatile Constituents of Various Essential Oils. *J. Agric. Food Chem.* 55, 1737-1742.

Anonim. 2012. Kamboja. <http://id.wikipedia.org/wiki/Kamboja> (15 Mei 2012).

LAMPIRAN

1. Dokumen Penelitian



Gambar L1. Ekstraksi karagenan dari rumput laut dengan pelarut alkali

No.	Peak	Height	Corr. Height	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	466.79	64.547	98.487	477.4	461.97	2.86	0.049
2	506.34	64.495	99.821	508.26	504.41	0.733	0.001
3	580.6	65.368	98.107	606.64	559.38	8.529	0.193
4	728.16	68.016	98.032	759.02	714.66	7.038	0.164
5	802.42	70.204	97.31	823.64	782.17	6.12	0.242
6	848.72	69.086	96.663	871.86	823.64	7.382	0.359
7	925.87	68.513	95.337	950.95	874.76	11.936	0.833
8	1034.85	64.704	97.773	1048.36	978.92	12.123	0.422
9	1072.47	63.98	96.647	1117.8	1049.32	12.497	0.449
10	1261.5	62.762	92.716	1301.04	1180.49	22.407	2.316
11	1397.49	54.057	99.043	1401.34	1302.01	21.86	0.308
12	1408.1	54.035	99.233	1490.07	1405.2	19.898	0.578
13	1512.26	63.871	98.457	1525.76	1503.58	4.238	0.084
14	1547.94	64.101	98.709	1557.59	1540.23	3.312	0.057
15	1648.24	60.933	98.928	1653.07	1587.48	12.754	0.143
16	2307.93	68.07	97.906	2335.9	2240.42	15.516	0.407
17	2521.07	66.506	99.941	2523.96	2425.59	17.046	0.021
18	3365.93	47.169	99.91	3367.86	3288.77	25.29	0.024
19	3744.96	58.621	99.518	3753.64	3741.1	2.886	0.017
20	3893.48	58.766	99.471	3903.13	3887.7	3.542	0.018

Gambar L2. Peak uji FTIR Karagenan tanpa crosslinking

No.	Peak	Height	Corr. Height	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	455.22	82.918	97.826	469.69	445.58	1.846	0.125
2	510.19	84.275	97.389	525.62	493.8	2.195	0.198
3	585.42	84.779	99.841	587.35	558.42	1.948	0.015
4	721.41	88.13	99.798	762.88	718.51	2.192	0.018
5	854.5	89.226	98.346	875.72	823.64	2.373	0.207
6	925.87	87.718	97.491	952.88	875.72	3.962	0.434
7	1037.75	84.075	98.465	1053.18	952.88	6.256	0.293
8	1073.43	84.131	98.79	1143.84	1056.07	5.892	0.167
9	1261.5	83.734	98.528	1298.15	1247.03	3.61	0.198
10	1405.2	79.647	99.537	1410.02	1396.52	1.316	0.017
11	1462.11	81.098	98.976	1479.47	1458.25	1.806	0.048
12	1515.15	79.449	98.9	1521.9	1510.33	1.12	0.02
13	1551.8	79.154	95.839	1581.7	1537.33	3.939	0.471
14	1651.14	80.26	99.442	1658.85	1646.32	1.185	0.022
15	2307.93	86.665	96.842	2355.19	2222.09	7.281	0.728
16	2864.41	81.061	99.681	2873.09	2708.17	13.441	0.032
17	3249.23	75.274	99.924	3251.16	3156.64	11.107	0.041
18	3741.1	75.169	97.731	3759.42	3729.53	3.568	0.18
19	3862.62	76.592	99.952	3863.58	3861.66	0.223	0

Gambar L3. Peak uji FTIR Karagenan dengan crosslinking pada suhu 110 °C

No.	Peak	Height	Corr. Height	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	457.15	84.588	99.634	464.86	454.26	0.752	0.008
2	511.16	84.255	98.903	520.8	507.3	0.957	0.044
3	583.49	87.168	99.71	602.78	579.63	1.327	0.023
4	720.44	89.042	99.25	758.06	711.76	2.152	0.091
5	801.46	90.164	98.197	824.6	783.13	1.693	0.164
6	849.68	89.98	97.932	876.68	824.6	2.137	0.242
7	925.87	89.274	97.198	951.91	883.44	2.989	0.472
8	1034.85	85.305	97.634	1053.18	980.84	4.172	0.332
9	1071.5	84.902	97.444	1118.76	1053.18	4.01	0.319
10	1261.5	84.684	97.737	1301.04	1242.21	3.737	0.291
11	1408.1	80.826	99.413	1412.92	1405.2	0.705	0.011
12	1461.14	82.253	97.626	1473.68	1454.39	1.541	0.132
13	1512.26	78.513	95.879	1524.79	1503.58	2.072	0.235
14	1547.94	78.956	98.367	1551.8	1541.19	1.048	0.045
15	1648.24	79.5	97.785	1653.07	1634.74	1.898	0.113
16	2305.03	87.154	97.532	2334.93	2279.96	2.979	0.336
17	2388.94	86.635	98.032	2399.55	2361.94	2.039	0.217
18	3566.53	67.446	99.283	3570.39	3562.68	1.308	0.012
19	3744.96	69.31	98.765	3753.64	3741.1	1.941	0.039
20	3873.23	71.107	99.689	3875.16	3870.34	0.709	0.002

Gambar L4. Peak uji FTIR Karagenan dengan crosslinking pada suhu 120 °C

2. Personalia Ketua dan Anggota Peneliti

Ketua Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Astrilia Damayanti, S.T., M.T.	P
2	Jabatan Fungsional	Lektor	
3	Jabatan Struktural	Kepala Laboratorium Teknik Kimia Unnes	
4	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	197309082006042001	
5	NIDN	0008097306	
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Semarang, 8 September 1973	
7	Alamat Rumah	Jl. Durian Selatan I/3 Srandol Wetan Semarang 50263	
8	Nomor Telepon/Faks/HP	024-7471641/ 081325866973	
9	Alamat Kantor	Gd E1 Lt.2 Prodi Teknik Kimia FT UNNES Kampus Sekaran-Gunungpati Semarang 50229	
10	Nomor Telepon/Faks	(024) 8508101-8508009 ext.114	
11	Alamat e-mail	astriliaD@staff.unnes.ac.id	
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1=0, S2=0, S3=0	
13	Mata Kuliah yg diampu	1. Teknologi Pengolahan Sumber Alam Terbarukan	
		2. Termodinamika Teknik Kimia	
		3. Komputasi Teknik Kimia	
		4. Transportasi Fluida	
		5. Perpindahan Panas	

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama PT	UNDIP	ITB	-
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia	
Tahun Masuk- Lulus	1991-1996	2002-2005	
Judul Skripsi/Tesis	Prarancangan Pabrik Asetaldehid Proses Dehidrogenasi Ethyl Alkohol Kapasitas Produksi 60.000 Ton/Tahun	Karakterisasi Sel Tunam Oksida Padat	
Nama Pembimbing	Ir.C.Sri Budiyati dan Ir. Danny Soetrisnanto, M.Eng	Dr. Isdiriyani Nurdin	

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1.	2009	Kualitas <i>Refined-Glyserin</i> Hasil Samping Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit Dengan Menggunakan Variasi Katalis	DIPA UNNES	6
2	2010	Pengaruh Suhu Terhadap Kecepatan Reaksi Pada Reaksi Hidrolisis Lignoselulosa Dari Tongkol Jagung Dengan Asam Encer Pada Kondisi Non-Isotermal	DIPA UNNES	7
3	2010	Sintesis Aditif Octane Booster Dari Minyak Biji Karet Melalui Proses Perengkahan Katalitik	DP2M Dikti	70
4	2011	Studi Kinetika:Metil Ester(Biosolar)Dari Minyak Biji Labu Kuning Dan Uji Performanya Pada Mesin Diesel	DIPA UNNES	13

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1.	2009	Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Menjadi Biokerosin Sebagai Upaya Mengatasi Kelangkaan Minyak Tanah dan LPG di Pedesaan	DIPA UNNES	3,25
2.	2009	Revitalisasi Posyandu Melalui Pemberian Keterampilan Pengolahan Abon Lele Sebagai Upaya Peningkatan Gizi Balita di Kelurahan Gemah Kecamatan Pedurungan Kota Semarang	DIPA UNNES	3,25
3	2010	Pemanfaatan Limbah Sampah Rumah Tangga Menjadi Briket Arang Sebagai Upaya Pengganti Minyak Tanah Dan Gas Di Lingkungan Rw II Kelurahan Gemah Kecamatan Pedurungan Kota Semarang	DIPA UNNES	4
4	2010	Penerapan Teknologi Pemurnian Minyak Atsiri Daun Cengkeh Kasar(Crude Oil) menjadi Minyak Murni (Purified Oil) Sebagai Upaya Peningkatan Kesejahteraan Para pengrajin Minyak Atsiri di Wilayah Kec. Ungaran Barat Kab.Semarang	DIPA UNNES	4,5
5	2011	Pemanfaatan Enceng Gondok Menjadi Media Tanam Jamur Tiram Putih Sebagai Pengganti Grajen Kayu Di Lingkungan Kelurahan Kaligawe Kecamatan Gayamsari Kota Semarang	DIPA UNNES	4

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1.	Sel Tunam (Fuel Cell) Sebagai Salah Satu Sumber Pembangkit Energi Listrik Alternatif	5/1/2007	Profesional
2	Hidrogen Sebagai Bahan Bakar Yang Terbarukan	2/1/2008	Profesional
3	Kualitas Refined-Glyserin Hasil Samping Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit Dengan Menggunakan Variasi Katalis	2/1/2010	Kompetensi Teknik
4	Pengaruh Suhu Terhadap Kecepatan Reaksi Pada Reaksi Hidrolisis Lignoselulosa Dari Tongkol Jagung Dengan Asam Encer Pada Kondisi Non-Isotermal	2/2/2011	Kompetensi Teknik
5	Pengolahan Sampah Daun Kering Menjadi Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif	1/9/2011	Rekayasa

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya.

Peran dalam penelitian ini :

- merancang pelaksanaan penelitian,
- mengolah data-data penelitian,
- menyusun artikel ilmiah

Semarang, 03 Desember 2012
Pengusul,

Astrilia Damayanti,, S.T., M.T.
NIP 197309082006042001

Anggota Peneliti

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap (dengan gelar)	Dr. Megawati, S.T., M.T.	P
2	Jabatan Fungsional	Asisten Ahli	
3	Jabatan Struktural	-	
4	NIP/NIK/No. Identitas lainnya	19721106 2006042001	
5	NIDN	0006117203	
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Kediri, 06 November 1972	
7	Alamat Rumah	Kampoeng Harmoni, H-6, Mapagan, Ungaran	
8	Nomor Telepon/Faks/HP	081328767550	
9	Alamat Kantor	Gd E1 Lt.2 Prodi Teknik Kimia FT UNNES Kampus Sekaran-Gunungpati Semarang 50229	
10	Nomor Telepon/Faks	(024) 8508101-8508009 ext.114	
11	Alamat e-mail	megawatie@yahoo.com	
12	Lulusan yang telah dihasilkan	S1=0, S2=0, S3=0	
13	Mata Kuliah yg diampu	1. Teknologi Pengolahan Sumber Alam Terbarukan	
		2. Kimia Terapan	
		3. Perancangan Proses	
		4. Teknik Produk	

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama PT	ITS	UGM	UGM
Bidang Ilmu	Teknik Kimia	Teknik Kimia	Teknik Kimia
Tahun Masuk-Lulus	1991-1996	2002-2004	2007-2011
Judul Skripsi/Tesis	Pembuatan Kopi Instan dengan cara Ekstraksi	Oksidasi Ferri Sulfat menjadi Ferro Sulfat dengan Katalis Asam Phosfat	Kinetika Hidrolisis Lignoselulosa dengan Asam Sulfat dalam rangka Produksi Etanol
Nama Pembimbing/Promotor	Ir. Hanafi	Ir. Hary Sulisty, SU., Ph. D n Dr. Ir. Sarto, M.Sc	Prof. Ir. Wahyudi Budi Sediawan, SU., Ph.D n Ir. Hary Sulisty, SU., Ph. D. n Muslikhin Hidayat, S.T., M.T., Ph.D

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1.	2009	Hidrolisis Polisakarida Jenis Lignoselulosa dari Sampah Kotadengan Asam Sulfat Ebncer pada Kondisi Non-Isotermal dalam rangka Produksi Etanol	DIKTI	47
2	2010	Pengaruh Suhu Terhadap Kecepatan Reaksi Pada Reaksi Hidrolisis Lignoselulosa Dari Tongkol Jagung Dengan Asam Encer Pada Kondisi Non-Isotermal	DIPA UNNES	7

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1.	2011	Pemanfaatan Enceng Gondok Menjadi Media Tanam Jamur Tiram Putih Sebagai Pengganti Grajen Kayu Di Lingkungan Kelurahan Kaligawe Kecamatan Gayamsari Kota Semarang	DIPA UNNES	4

E. Pengalaman Penulisan Artikel Ilmiah Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomor/Tahun	Nama Jurnal
1.	Etanol dari Lignoselulosa: Reaksi Hidrolisis dan Fermentasi	5/1/2007	Profesional
2	Kinetika reaksi hidrolisis ranting kering dengan asam encer pada kondisi non- isotermis	12/4/2009	Reaktor
3	Pseudo-homogeneous kinetic of dilute-acid hydrolysis of rice husk for ethanol production	6/1/2010	International Journal of Engineering and Applied Science
4	Kinetic of sequential reaction of hydrolysis and sugar degradation of rice husk in ethanol production: effect of catalyst concentration	102/2/2011	Bioresource Technology

F. Pengalaman Penyampaian Makalah Secara Oral Pada Pertemuan / Seminar Ilmiah Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Nama Pertemuan Ilmiah / Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	International conference biofuel Toward a sustainable biofuel industry	Hydrolysis of lignocellulosic waste for ethanol production	Desember 2007 – IPB
2	Seminar Teknik Kimia	Kinetika Reaksi Hidrolisis Lignoselulosa dengan Asam Encer	Januari 2008-Kejuangan UPN Yogyakarta
3	Seminar Teknik Kimia Soebardjo Brotohardjono VI	Kinetika Reaksi Hidrolisis Lignoselulosa dari Sampah Organik Perkotaan dengan Asam Encer pada Kondisi Non-isotermis	Juni 2009-UPN Surabaya
4	International Conference Biotechnology and Bioengineering	Pseudo-homogeneous kinetic of dilute-acid hydrolysis of rice husk for ethanol production	Mei 2010-Tokyo

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima risikonya.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya

Peran dalam penelitian ini:

- mengkoordinir semua kegiatan penelitian,
- merancang pelaksanaan penelitian,
- mengambil dan mengolah data-data penelitian,
- membuat laporan penelitian dan artikel.

Semarang, 03 Desember 2012
Pengusul,

Dr. Megawati, S.T., M.T.
NIP 19721106 2006042001

3. Surat Kontrak Penelitian



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009

Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: ft_unnes@yahoo.com

**SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2012**

Nomor : 2391 A /UN37.1.5/PL/2012, tanggal 9 Agustus 2012

Pada hari ini Kamis tanggal sembilan bulan Agustus tahun duaribu duabelas, yang bertanda tangan di bawah ini :

1. Nama : Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd
NIP : 196602151991021001
Jabatan : Dekan FT selaku Pejabat Pembuat Komitmen DIPA Universitas Negeri Semarang 2012 pada FT berdasarkan SK Rektor Unnes No. 30./P/2012, tanggal 12 Januari 2012 dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama pemerintah Republik Indonesia selanjutnya disebut sebagai **PIHAK PERTAMA**.
2. Nama : Astrilia Damayanti, ST, MT
NIP : 197309082006042001
Jabatan : Dosen pada Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang untuk, selanjutnya disebut sebagai **PIHAK KEDUA**

Kedua belah pihak berdasarkan Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK) Nomor: 849/UN37.3.1/KU/2012 tanggal 7 Agustus 2012 :

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut :

Pasal 1. Judul Penelitian

- 1). PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut sebagai Ketua Pelaksanaan Penelitian.
- 2). Pelaksanaan Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) adalah penelitian **Terapan** dengan judul **"Kualitas Carageenan Hydrogel Hasil Ekstraksi Rumput Laut Merah Melalui Crosslinging Dengan Glutaraldehid Pada Variasi Suhu"**

Pasal 2. Pembobotan Prestasi Penelitian

- 1) Peneliti sudah menyelesaikan pembuatan Proposal Penelitian diberi bobot Prestasi 100%.
- 2) Peneliti sudah menyerahkan Proposal dan Instrumen Penelitian yang sudah direvisi oleh reviewer diberi bobot prestasi 30% dilengkapi dengan Berita Acara Serah Terima Proposal dan Instrumen yang telah direvisi.
- 3) Peneliti sudah menyerahkan Draft Laporan Penelitian untuk dievaluasi oleh reviewer diberi bobot 70% dilengkapi dengan Berita Acara Serah Terima Draft Laporan Penelitian.
- 4) Peneliti menyerahkan laporan hasil penelitian yang telah disahkan oleh Pejabat yang berwenang sebanyak 5 eksemplar beserta soft copynya dalam format pdf, serta artikel dan rencana luaran penelitian sesuai pasal 7 dan 11 diberi bobot 100% dilengkapi dengan Berita Acara Serah Terima Laporan Penelitian.

Pasal 3. Cara Pembayaran

- 1) PIHAK PERTAMA menghibahkan dana untuk kegiatan sebagaimana dimaksud pada pasal (1) sebesar Rp. 7.500.000,00 (tujuh juta lima ratus ribu rupiah) yang dibebankan kepada DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Universitas Negeri Semarang Nomor : 0597/023-04.2.16/13/2012, tanggal 9 Desember 2011 beserta revisinya.
- 2) Termyn 1, Peneliti diberikan dana sebesar 40% x Rp. 7.500.000,00 = Rp. 3.000.000,00 (tiga juta rupiah) apabila kontrak penelitian sudah ditanda tangani.
- 3) Termyn 2, Peneliti diberikan 70% dari nilai kontrak atau tambahan dana 30% x Rp. 7.500.000,00 = Rp. 2.250.000,00 apabila prestasi penelitian telah mencapai 30% berupa penyerahan proposal dan instrumen penelitian yang telah disetujui reviewer,
- 4) Termyn 3, peneliti diberikan 100% dari nilai kontrak atau tambahan dana 30% x Rp. 7.500.000,00 = Rp. 2.250.000,00 apabila prestasi penelitian telah mencapai 100% berupa penyerahan hasil penelitian yang telah disahkan oleh pejabat yang berwenang dan artikel untuk jurnal sesuai pasal 11, atau prestasi kegiatan penelitian telah mencapai minimal 70% sesuai pasal 2 ayat 3.

Pasal 4. Jangka Waktu Penelitian

- 1) Pelaksanaan Penelitian yang dimaksud sesuai dengan pasal 1 ayat (2) dimulai sejak dikeluarkan surat perjanjian pelaksanaan dari PIHAK PERTAMA samapai dengan tanggal 10 Desember 2012, dan pekerjaan yang dimaksud harus sudah selesai 100% sesuai dengan pasal 11.
- 2) Paling lambat tanggal 3 Desember 2012 Ketua Peneliti harus sudah menyerahkan Draft Laporan Penelitian untuk dievaluasi oleh reviewer sebanyak 2 eksemplar.
- 3) Minggu keempat bulan Oktober 2012, Ketua Pelaksana harus menyerahkan laporan kemajuan kepada PIHAK PERTAMA

Pasal 5. Sanksi dan Denda

Apabila sampai dengan tanggal berakhirnya Pelaksanaan Penelitian tersebut Ketua Pelaksana belum menyerahkan laporan final, maka Ketua Pelaksana dikenai sanksi sebagai berikut :

- a. Membayar denda setiap hari keterlambatan dari tanggal jatuh tempo sebesar 1 % (satu persil) dari jumlah biaya Pelaksanaan Penelitian yang disetujui, setinggi-tingginya 5% (lima persen)
- b. Apabila sampai akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan waktu proses pencairan biaya telah berakhir belum menyerahkan hasil Pelaksanaan Penelitian, maka seluruh biaya yang belum sempat dicairkan dinyatakan hangus, dan dana Pelaksanaan Penelitian tahap I yang telah diterima harus dikembalikan kepada Pihak Pertama untuk selanjutnya disetor ke Kas Negara.

Pasal 6. Force Majeure

- 1) Jika keterlambatan yang terjadi dalam pelaksanaan program akibat Force Majeure maka sanksi yang ada pada pasal 5 dari perjanjian ini tidak akan dikenakan pada Pihak Kedua.
- 2) Yang termasuk Force Majeure adalah :
 - a. Bencana alam yang mengakibatkan tidak dapat terlaksananya program
 - b. Huru-hara atau suasana kacau balau yang mengakibatkan tidak terlaksananya program
 - c. Situasi lain di luar kemampuan manusi yang disetujui oleh Pihak Pertama.
- 3) PIHAK KEDUA segera memberitahu PIHAK PERTAMA mengenai kejadian Force Majeure selambat-lambatnya 14 (empat belas) hari kerja setelah kejadian dan memberitahukan kembali kepada PIHAK PERTAMA setelah situasi menjadi normal kembali.

Pasal 7. Pergantian Ketua Pelaksana dan Keahlian Penelitian

- 1) Apabila penanggungjawab Pelaksana sebagaimana dimaksud pada pasal 1 tidak dapat melaksanakan atau menyelesaikan Pelaksanaan Penelitian ini, maka PIHAK KEDUA wajib menunjuk pengganti Ketua Pelaksana yang berasal dari salah satu anggota.
- 2) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul pelaksanaan sebagaimana dimaksud pada pasal 1 dijumpai adanya indikasi duplikasi dengan pelaksanaan lain dan/atau diperoleh indikasi ketidakjujuran/itikad kurang baik yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan Pelaksanaan Penelitian tersebut dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA wajib mengembalikan dana Pelaksanaan Penelitian yang telah diterima disetor ke Kas Negara.
- 3) Apabila ada perubahan terhadap susunan Tim pelaksana dan substansi Pelaksanaan Penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan tertulis dari PIHAK PERTAMA.

Pasal 8. Luaran Hasil Penelitian

- 1) PIHAK KEDUA berkewajiban untuk menindak lanjuti hasil Pelaksanaan Penelitian yang dilakukan untuk memperoleh paten dan/atau publikasi ilmiah dalam jurnal Nasional/Internasional dan atau Teknologi Tepat Guna atau Rekayasa Sosial dan/atau Buku Ajar untuk setiap judul sebagaimana dimaksud pasal 2 ayat (1)
- 2) Perolehan-perolehan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk Pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi.
- 3) Hak atas Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari Pelaksanaan Penelitian sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1), pasal 7 ayat (2) diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku
- 4) Hasil Pelaksanaan Penelitian berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari kegiatan pelaksanaan penelitian ini adalah milik negara yang dapat dihibahkan kepada lembaga lain melalui Surat Keterangan Hibah yang dikeluarkan oleh PIHAK PERTAMA.

Pasal 9. Biaya Materai dan Pajak

Biaya materai, dan pajak (PPN dan PPh) dan lain-lain pungutan yang sesuai dengan ketentuan perundang-undangan yang berlaku menjadi beban PIHAK KEDUA.

Pasal 10. Monitoring Kegiatan

Setiap waktu PIHAK PERTAMA atau mereka yang ditunjuk, berhak melakukan pengawasan dan monitoring Pelaksanaan kegiatan Penelitian yang dilakukan oleh PIHAK KEDUA.

Pasal 11. Bentuk Laporan

- 1) Pelaksanaan pekerjaan harus sudah selesai 100%, dengan menyerahkan laporan final sebanyak 5 (lima) eksemplar, dan soft copy dalam format pdf sebanyak 1 (satu) keping CD yang telah mendapat persetujuan dari Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Unnes yang berisi :
 - a) Laporan Hasil Pelaksanaan Penelitian
 - b) Artikel
- 2) Lampiran-lampiran yang terkait dengan kegiatan penelitian
- 3) Menyerahkan Log Book yang sesuai dengan ketentuan
- 4) Laporan hasil tersebut harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :
 - a) Ukuran kertas kuarto, huruf Times New Roman ukuran 12, jarak 1,5 spasi.
 - b) Judul pada laporan harus sesuai dengan Surat Perjanjian.
 - c) Pada cover (disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan)
 - d) Dibawah bagian cover laporan ditulis :

Dibiayai oleh :
Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Negeri Semarang
Nomor : 0597/023-04.2.16/13/2012, tanggal 9 Desember 2011 dan revisinya
Sesuai dengan Surat Perintah Mulai Kerja (SPMK)
Nomor : 849/UN37.3.1/KU/2012 tanggal 7 Agustus 2012

Pasal 11. Pembatalan Perjanjian

- 1) PIHAK PERTAMA membatalkan pekerjaan apabila PIHAK KEDUA menurut pertimbangan PIHAK PERTAMA ternyata tidak dapat melaksanakan pekerjaan seperti tersebut pada pasal 1 surat Perjanjian ini.
- 2) PIHAK PERTAMA membatalkan pekerjaan apabila PIHAK KEDUA dengan nyata-nyata menyerahkan pelaksanaan kegiatan tersebut keseluruhannya kepada PIHAK KETIGA
- 3) PIHAK PERTAMA membatalkan pekerjaan apabila PIHAK KEDUA berhenti/diberhentikan dari jabatannya atau pindah/dipindahkan ke instansi lain sebelum proyek dinyatakan selesai.

Pasal 12. Penyelesaian Perselisihan

- 1) Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan memilih pengadilan negeri Semarang Selatan apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah.
- 2) Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini diatur kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah


Pasal 13. Aturan Tambahan

- 1) Biaya penelitian selama belum dialokasikan dalam DIPA UNNES Tahun Anggaran 2012 Revisi APBN-P maka penelitian bersifat mandiri dengan biaya mandiri.
- 2) Apabila biaya penelitian tidak teralokasikan dalam DIPA UNNES Tahun Anggaran 2012 Revisi APBN-P, maka peneliti tidak akan menuntut biaya penelitian pada pihak pertama.
- 3) Tata cara pembayaran lebih lanjut akan diatur dalam Addendum kontrak setelah DIPA UNNES Tahun Anggaran 2012 Revisi APBN-P disetujui.

Pasal 14. Penandatanganan Surat Perjanjian


Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian, dibuat dan ditandatangani oleh kedua belah pihak di Semarang pada hari ini, tanggal bulan dan tahun seperti tersebut diatas rangkap 2 (dua) yang sama bunyi dan kekuatan hukumnya dengan materai, lembar pertama dan kedua masing-masing Rp. 6.000,- (enam ribu rupiah) dan biaya materai dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

PIHAK KEDUA
Ketua Peneliti


Astrilia Damayanti, ST, MT
NIP. 197309082006042001



PIHAK PERTAMA
Ketua Peneliti


Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd
NIP. 196602151991021001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Semarang 50229
Telepon/Fax (024) 8508101 – 8508009

Laman : <http://www.ft.unnes.ac.id>, email: ft_unnes@yahoo.com

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Astrilia Damayanti, ST, MT
NIP : 197309082006042001
Pangkat /Golongan : Penata Tk. I / IIIc
Jabatan : Dosen Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

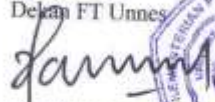
Dengan ini menyatakan bahwa Penelitian **Terapan** saya dengan judul “ **Kualitas Carageenan Hydrogel Hasil Ekstraksi Rumput Laut Merah Melalui Crosslinking Dengan Glutaraldehid Pada Variasi Suhu**”

yang dibiayai oleh DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) Universitas Negeri Semarang Nomor : 0597/023-04.2.16/13/2012, tanggal 9 Desember 2011 beserta revisinya, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Nomor : 2391 A/UN37.1.5/PL/2012, tanggal 9 Agustus 2012, bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga/sumber lain.

Bilamana dikemudian hari ditemukan ketidak sesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke Kas Negara.


Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Mengetahui :
Dekan FT Unnes


Drs. Muhammad Harlanu, M.Pd
NIP. 196602151991021001



Semarang, 9 Agustus 2012
Yang Menyatakan
Ketua Peneliti


Astrilia Damayanti, ST, MT
NIP. 197309082006042001