



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
**LEMBAGA PENELITIAN**

Jalan Brigadir Jenderal H. Hasan Basry, Kayu Tangi, Banjarmasin 70123  
Telepon : (0511) 3302789, 3305240 Faksimile : (0511) 3305240  
Website : <http://lemlit.unlam.ac.id> email : [lemlit\\_unlam@yahoo.co.id](mailto:lemlit_unlam@yahoo.co.id)

**SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN  
PROGRAM PENELITIAN HIBAH BERSAING  
TAHUN ANGGARAN 2012**

Nomor : 199/UN8.2/PL/2012

Pada hari ini **Kamis** tanggal **Dua puluh tiga** bulan **Februari** tahun **Dua ribu dua belas**, kami yang bertandatangan dibawah ini :

1. **Dr. Ahmad Alim Bachri, SE, M.Si** : **Ketua Lembaga Penelitian** Universitas Lambung Mangkurat yang berkedudukan di Banjarmasin, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama perguruan tinggi tersebut; untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**;
2. **Yulian Firmana Arifin** : Sebagai **Ketua Peneliti**, Program Penelitian Hibah Bersaing dengan judul Aplikasi Superabsorben-Bentonit-Pasir sebagai Pencegah Lindi Sampah TPA Basirih Banjarmasin; untuk selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

Kedua belah pihak berdasarkan :

**Surat Keputusan Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor : 204/UN8/PL/2012**

Tentang Penerima Hibah Penelitian Multi Tahun TA 2012 Di Universitas Lambung Mangkurat.

Secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Perjanjian Pelaksanaan Program Penelitian Hibah Bersaing dengan ketentuan dan syarat-syarat sebagai berikut :

**Pasal 1**

**PIHAK PERTAMA** memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan **Penelitian Hibah Bersaing**, dengan judul Aplikasi Superabsorben-Bentonit-Pasir sebagai Pencegah Lindi Sampah TPA Basirih Banjarmasin dan biaya sebesar **Rp. 47.237.500,- (Empat puluh tujuh juta dua ratus tiga puluh tujuh ribu lima ratus rupiah)** yang dibebankan kepada DIPA (Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran) No. 0727/023-04.2.01/18/2012, tanggal 9 Desember 2011.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
**LEMBAGA PENELITIAN**

Jalan Brigadir Jenderal H. Hasan Basry, Kayu Tangi, Banjarmasin 70123  
Telepon : (0511) 3302789, 3305240 Faksimile : (0511) 3305240  
Website : <http://lemlit.unlam.ac.id> email : [lemlit\\_unlam@yahoo.co.id](mailto:lemlit_unlam@yahoo.co.id)

---

**Pasal 2**

Pembayaran dana penelitian seperti dimaksud pada Pasal 1 di atas dibayarkan secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut :

- (1) Pembayaran tahap pertama 70% dibayarkan setelah perjanjian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak, dengan catatan bahwa setelah 3 (tiga) bulan dana tahap pertama diterima, **PIHAK KEDUA** harus menyampaikan Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian, Buku Catatan Harian Penelitian dan Laporan Penggunaan Keuangan 70% sesuai dengan format yang ditentukan **PIHAK PERTAMA** dalam bentuk softcopy (CD dalam format ".pdf") sebanyak 1 (satu) keping dan hardcopy sebanyak 4 (empat) eksemplar;
- (2) Pembayaran tahap kedua 30% dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** menyerahkan Laporan Akhir Pelaksanaan Penelitian sebanyak 9 (sembilan) eksemplar, Buku Catatan Harian Penelitian, Laporan Penggunaan Keuangan dan Ringkasan Eksekutif masing-masing sebanyak 2 (dua) eksemplar, beserta *softcopy*-nya dalam 1 (satu) CD format ".pdf" kepada **PIHAK PERTAMA**, disertai dengan Berita Acara Serah Terima Laporan.

**Pasal 3**

Segala sesuatu yang berkaitan dengan pajak (PPN/PPH) yang menjadi tanggung jawab **PIHAK KEDUA** harus disetorkan ke Kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

**Pasal 4**

- (1) **PIHAK KEDUA** harus menyelesaikan seluruh rangkaian penelitian seperti dimaksud pada Pasal 1 dan Pasal 2 selambat-lambatnya sebelum tanggal 10 Nopember 2012;
- (2) **PIHAK KEDUA** juga diharuskan untuk mengirimkan Laporan Hasil Penelitian seperti dimaksud pada Pasal 2 ayat (2) di atas melalui **PIHAK PERTAMA** kepada :
  - Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, Jalan Salemba Raya 28A Jakarta 10002, sebanyak 1 (satu) eksemplar;
  - Pusat Dokumentasi Ilmiah Indonesia (PDII) – LIPI, Jalan Gatot Subroto Jakarta, sebanyak 1 (satu) eksemplar;
  - BAPPENAS c.q. Biro APKO, Jalan Suropati Nomor 2 Jakarta, sebanyak 1 (satu) eksemplar;



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
**LEMBAGA PENELITIAN**

Jalan Brigadir Jenderal H. Hasan Basry, Kayu Tangi, Banjarmasin 70123  
Telepon : (0511) 3302789, 3305240 Faksimile : (0511) 3305240  
Website : <http://lemlit.unlam.ac.id> email : [lemlit\\_unlam@yahoo.co.id](mailto:lemlit_unlam@yahoo.co.id)

- Perpustakaan Perguruan Tinggi yang bersangkutan sebanyak 2 (dua) eksemplar;
- Pejabat Pembuat Komitmen Universitas Lambung Mangkurat, Rektorat UNLAM Jalan Brigend. H. Hasan Basry Banjarmasin, sebanyak 1 (satu) eksemplar.

**Pasal 5**

Laporan hasil penelitian dalam bentuk *hardcopy* seperti dimaksud pada Pasal 2 ayat (2) di atas harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

- a. Bentuk ukuran kertas kuarto;
- b. Warna cover (d disesuaikan dengan ketentuan yang ditetapkan **PIHAK PERTAMA**);
- c. Di bawah bagian kulit ditulis :

Dibiayai oleh Universitas Lambung Mangkurat, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Universitas Lambung Mangkurat Nomor : 204/UN8/PL/2012 tentang Penerima Hibah Penelitian Multi Tahun TA 2012 di Universitas Lambung Mangkurat tanggal 01 Pebruari 2012

**Pasal 6**

- (1) Apabila ketua Peneliti tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan penelitian ini sepenuhnya, maka **PIHAK PERTAMA** akan menunjuk pengganti ketua peneliti sesuai dengan bidang ilmu yang diteliti dan merupakan salah satu anggota tim penelitiannya;
- (2) Apabila batas waktu habisnya masa penelitian ini **PIHAK KEDUA** belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada **PIHAK PERTAMA** maka **PIHAK KEDUA** dikenakan denda sebesar 1 o/oo (satu permil) setiap hari keterlambatan s.d. setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai Surat Perjanjian Pelaksanaan Program Penelitian, terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan sampai dengan berakhirnya pembayaran dana penelitian oleh Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat;
- (3) Para peneliti harus/wajib mengirimkan laporan hasil penelitiannya, kelalaian atas kewajiban sebagaimana dimaksud pada Pasal 4 ayat (1) menyebabkan gugurnya hak untuk mengajukan usul penelitian pada tahun berikutnya;



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
**LEMBAGA PENELITIAN**

Jalan Brigadir Jenderal H. Hasan Basry, Kayu Tangi, Banjarmasin 70123  
Telepon : (0511) 3302789, 3305240 Faksimile : (0511) 3305240  
Website : <http://lemlit.unlam.ac.id> email : [lemlit\\_unlam@yahoo.co.id](mailto:lemlit_unlam@yahoo.co.id)

- (4) Dalam hal **PIHAK KEDUA** tidak dapat memenuhi Perjanjian Pelaksanaan Penelitian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada **PIHAK PERTAMA** untuk selanjutnya disetorkan kembali ke Kas Negara;
- (5) Apabila waktu penelitian seperti tersebut pada Pasal 4 ayat (1) tidak dapat dipenuhi, maka **PIHAK PERTAMA** tidak akan mempertimbangkan usul-usul penelitian yang berasal dari Peneliti yang bersangkutan;
- (6) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul-judul penelitian sebagaimana tersebut pada Pasal 1 terdapat duplikasi, maka penelitian tersebut dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada **PIHAK PERTAMA** untuk selanjutnya disetor kembali ke Kas Negara;
- (7) Apabila dikemudian hari terbukti bahwa judul-judul penelitian sebagaimana tersebut pada Pasal 1 tidak original/plagiat, maka berdasarkan Permendiknas Nomor : 17 tahun 2011 tentang pencegahan dan penanggulangan plagiat di Perguruan Tinggi, penelitian tersebut dinyatakan batal dan **PIHAK KEDUA** wajib mengembalikan dana penelitian yang telah diterimanya kepada **PIHAK PERTAMA** untuk selanjutnya disetor kembali ke Kas Negara

**Pasal 7**

Hak Cipta hasil Penelitian tersebut berada pada Peneliti yang bersangkutan.

**Pasal 8**

Peralatan yang dibeli oleh si Peneliti, untuk menunjang pelaksanaan penelitiannya, apabila penelitian tersebut sudah selesai maka peralatan tersebut menjadi hak milik Institusi Perguruan Tinggi yang bersangkutan.

**Pasal 9**

Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian ini dibuat rangkap 2 (dua), dan masing-masing bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya materainya dibebankan kepada **PIHAK PERTAMA**.



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
LEMBAGA PENELITIAN**

Jalan Brigadir Jenderal H. Hasan Basry, Kayu Tangi, Banjarmasin 70123  
Telepon : (0511) 3302789, 3305240 Faksimile : (0511) 3305240  
Website : <http://lemlit.unlam.ac.id> email : [lemlit\\_unlam@yahoo.co.id](mailto:lemlit_unlam@yahoo.co.id)

**Pasal 10**

Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini ditentukan kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

**PIHAK PERTAMA**

**PIHAK KEDUA**



**Dr. Ahmad Alim Bachri, SE, M.Si**  
NIP 19671231 199512 1 002

**Yulian Firmana Arifin**  
NIP 195804031989032000

**LAPORAN PENELITIAN  
HIBAH BERSAING  
TAHUN 2012**

**APLIKASI SUPERABSORBEN-BENTONIT-PASIR SEBAGAI  
PENCEGAH LINDI SAMPAH TPA BASIRIH BANJARMASIN**

Berdasarkan Surat Perjanjian Pelaksanaan Program Penelitian Hibah Bersaing  
Tahun Anggaran 2012  
No. 199/UN8.2/PL/2012

Oleh:

Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin, S.T., M.T.  
Umi Baroroh Lili Utami, S.Si,M.Si  
Sri Cahyo Wahyono, S.Si,M.Si

**UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
DESEMBER 2012**

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Aplikasi Superabsorben-Bentonit-Pasir sebagai Pencegah Lindi Sampah TPA Basirih Banjarmasin
2. Ketua Peneliti
  - a. Nama Lengkap dan gelar : Dr.-Ing. Yulian Firmana Arifin
  - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
  - c. NIP : 197507192000031001
  - d. Jabatan Struktural : -
  - e. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
  - f. Fakultas/Jurusan : Fakultas Teknik/ Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan
  - g. Alamat : Jl. A Yani km 35,5 Banjarbaru
  - h. Telepon/Faks : 0511 4773868
  - i. Alamat Rumah : Jl. Batupiring No.25 Banjarmasin 70114  
Hp: 081251160862
  - j. E-mail : yulianfirmana@yahoo.com
3. Jangka Waktu Penelitian : 3 Tahun
4. Pembiayaan : Rp 47.237.500,00
  - Jumlah biaya disetujui
5. Nomor Surat Perjanjian : 199/UN8.2/PL/2012

Banjarbaru, 14 Desember 2012

Ketua Peneliti



Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin, ST, MT  
NIP. 19750719 200003 1 001



## RINGKASAN

Upaya pengolahan lindi sampah di TPA Basirih Banjarmasin telah dilakukan oleh PD IPAL Banjarmasin dengan membuat tanggul dari tanah. Namun kondisi tersebut masih belum memuaskan mengingat tingginya curah hujan menyebabkan jumlah lindi yang dihasilkan sangat banyak dan menyebabkan lindi sampah dengan cepat menyebar ke lingkungan rawa di sekitarnya. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian mengenai material yang mampu menahan rembesan lindi sampah agar tidak mencemari lingkungan di sekitar lokasi.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat material penghalang di TPA dengan menggunakan superabsorben yang disintesis dari kitosan, asam akrilat dan bentonit dengan inisiator kalium persulfat (KPS) dan pengikat silang N,N'-metilenbisakrilamida (MBA) yang kemudian dicampur dengan pasir. Sebelum aplikasi ke lindi sampah di lokasi TPA Basirih terlebih dahulu dilakukan pengujian pendahuluan mengenai sifat kimia, fisik, hidrolik dan mekanik material dan superadsorben yang disintesis. Sifat kimia bentonit yang diuji meliputi kapasitas pertukaran kation, keasaman dan uji mineral dan komposisi mineral. Analisa kimia lain adalah uji Derajat Deasetilasi (DD) kitosan, proses kopolimerisasi antara kitosan, asam akrilat yang dikomposit dengan bentonit dengan analisa gugus fungsi menggunakan FTIR. Pengaruh suhu, inisiator KPS, dan konsentrasi pengikat silang MBA terhadap *swelling ratio*. Analisa kestabilan terhadap panas superabsorbent dengan TGA, dan penentuan kapasitas *adsorpsi* superabsorbent. Uji fisik bentonit meliputi pengujian berat jenis, plastisitas dan distribusi ukuran butir. Uji fisik superabsorben meliputi uji Atterberg limits, distribusi ukuran butir, *specific gravity*, dan uji pemadatan dan identifikasi morfologi superabsorbent dengan SEM. Setelah didapatkan sifat-sifat fisiknya, sifat hidrolik dan mekaniknya ditentukan meliputi uji kemampurembesan dan uji kuat geser superabsorbent.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa isolasi kitosan dari kulit udang yang dilakukan menghasilkan kitosan dengan derajat deasetilasi sebesar 74,06. Berdasarkan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR sintesis superabsorben telah berhasil ditandai dengan adanya pergeseran dan hilangnya puncak pada bilangan gelombang tertentu. Berdasarkan kapasitas absorpsi dan rasio *swelling* superabsorben, pada perbandingan rasio kitosan dengan asam akrilat optimum pada perbandingan 1:16. Untuk variasi suhu, optimum pada suhu 80°C, dan untuk variasi pengikat silang MBA optimum pada 1,75% dari jumlah kitosan dan asam akrilat.

Dari sifat fisik, kimia, dan hidrauliknya, bentonit yang digunakan pada penelitian ini cocok digunakan sebagai material penghalang (*barrier*) terutama pada tempat pembuangan akhir sampah (TPA).

## PRAKATA

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT, penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini membahas mengenai aplikasi superabsorben-bentonit-pasir sebagai pencegah lindi khususnya di tempat penampungan akhir sampah Basirih Kota Banjarmasin.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Dasar FMIPA Unlam, Laboratorium Mekanika Tanah Unlam, dan Laboratorium Mekanika Tanah Ruhr-Universitaet Bochum, Jerman. Penelitian ini dibiayai dari dana Penelitian Hibah Bersaing sebesar Rp 47.237.500,00 dengan surat perjanjian no. 199/UN8.2/PL/2012.

Peneliti dengan ini mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang membantu penelitian ini:

- Rektor Universitas Lambung Mangkurat
- Dekan Fakultas Teknik dan Fakultas MIPA Unlam
- Ketua Lembaga Penelitian Universitas Lambung Mangkurat
- Ketua Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Unlam dan Kimia Dasar FMIPA Unlam
- Teknisi Laboratorium Kimia Dasar FMIPA Unlam, Laboratorium Mekanika Tanah Unlam, dan Laboratorium Mekanika Tanah Ruhr-Universitaet Bochum, Jerman.
- Mahasiswa yang terlibat dalam penelitian ini.
- Semua pihak yang membantu mulai dari persiapan penelitian sampai dengan pelaporan.

Peneliti mengharapkan komentar terhadap laporan penelitian ini agar dapat menjadi masukan bagi perbaikan atau pun penelitian lebih lanjut. Demikian pengantar ini disampaikan.

Banjarbaru, Desember 2012

Ketua peneliti,

Dr.-Ing Yulian Firmana Arifin  
NIP 19750719 200003 1 001

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN .....	i
<b>A. LAPORAN HASIL PENELITIAN</b>	
RINGKASAN .....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I    PENDAHULUAN.....	1
1.1    Pendahuluan .....	1
1.2    Urgensi Penelitian .....	4
BAB II    TINJAUAN PUSTAKA	
2.1    Polimer Superabsorben .....	6
2.2    Pembuatan Polimer Superabsorben .....	8
2.3    Kitosan .....	10
2.4    Bentonit .....	12
2.5    Lindi Sampah .....	13
BAB III    TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	
3.1    Tujuan Penelitian.....	17
3.2    Manfaat Penelitian .....	18
BAB IV    METODE PENELITIAN	
4.1.    Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
4.2.    Bahan dan Alat .....	22
4.3.    Prosedur Kerja .....	23
BAB V    HASIL DAN PEMBAHASAN	
5.1    Isolasi kitosan dari kulit udang dan penentuan derajat deasitilasi (DD) kitosan .....	31
5.2    Proses Sintesis Polimer Superabsorben.....	38

5.3 Analisis Kapasitas Absorpsi Superabsorben.....	43
5.4 Pengujian rasio <i>swelling</i> polimer superabsorben . .....	50
5.5 Sifat Fisik, Kimia, Mekanik, dan Hidraulik Bentonit.....	54
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan .....	65
6.2. Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
<b>B. DRAF ARTIKEL ILMIAH .....</b>	<b>86</b>
<b>C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN .....</b>	<b>100</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Mekanisme Hidrasi Superabsorben .....	7
Gambar 2.2.	Struktur Poliakrilamida dan asam Poliakrilat .....	8
Gambar 2.3.	Mekanisme Kopolimerisasi Graft Untuk Kopolimer poli(A)-g-poli(B)...	9
Gambar 2.4.	Mekanisme PMAA-g-CTS/B .....	10
Gambar 2.5.	Reaksi asetamida dengan basa kuat (Fessenden, 1994) .....	11
Gambar 2.6.	(a) Struktur kitin, (b) Struktur Kitosan (Jeuniaux, 1996; Knaul, 1998)...	11
Gambar 2.7.	Struktur Bentonit .....	13
Gambar 2.8	Pengaruh pH dari limbah terhadap kemampurembesan material .....	16
Gambar 4.1.	Rangkaian Peralatan Proses Polimerisasi .....	22
Gambar 5.1.	Spektrum inframerah (a) kitin (b) kitosan .....	34
Gambar 5.2.	Reaksi asetamida dengan basa kuat (Fessenden, 1994) .....	37
Gambar 5.3.	Penentuan Derajat Deasetilasi (DD) Kitosan .....	37
Gambar 5.4.	FTIR dari superaabsorben .....	40
Gambar 5.5 .	Spektrum FTIR (A) Kitosan, (B) AA dan (C) Supeabsorben .....	41
Gambar 5.6.	Proses pengembangan polimer superabsorben .....	44
Gambar 5.7.	Hubungan rasio kitosan dengan AA terhadap kapasitas Absorpsi superabsorben .....	45
Gambar 5.8.	Grafik hubungan variasi suhu sintesis dengan kapasitas absorpsi air .....	46
Gambar 5.9.	Grafik hubungan variasi persen berat MBA terhadap berat AA dengan kapasitas absorpsi air .....	48
Gambar 5.10.	Grafik hubungan rasio AA terhadap rasio <i>swelling</i> superabsorben .....	51
Gambar 5.11.	Grafik variasi suhu sintesis dengan rasio <i>swelling</i> pada air .....	52
Gambar 5.12.	Grafik pengaruh lama waktu perendaman dalam akuades terhadap rasio <i>swelling</i> superabsorben .....	53
Gambar 5.13.	Hasil tes batas cair (LL pada 25 ketukan) .....	55
Gambar 5.14.	Distribusi ukuran butiran bentonit .....	57
Gambar 5.15.	Pemadatan Proctor bentonit .....	58

Gambar 5.16. Mikroskopik bentonit yang difoto dengan alat ESEM .....	60
Gambar 5.17. Kuat geser bentonit pada kepadatan maksimum .....	61
Gambar 5.18. Hubungan antara permeabilitas tanah dengan kepadatan .....	63
Gambar 5.19. Tegangan air pori negatif sebagai fungsi kadar air .....	64

## DAFTAR GAMBAR

Tabel 2.1. Data Komposisi Lindi dari Landfill .....	14
Tabel 5.1. Data serapan FTIR karakteristik untuk kitin dan kitosan .....	35
Tabel 5.2. Data Spektrum FTIR Kitosan, AA dan Supeabsorben.....	42
Tabel 5.3. Batas plastis tanah .....	56
Tabel 5.4. Aktivitas mineral lempung (Das, 2008) .....	57
Tabel 5.5 Hasil uji permeabilitas dengan metode falling head tes. ....	62

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Di Indonesia, sampah perkotaan di buang di TPA . Hampir setiap kota di Indonesia memiliki minimal satu lokasi pembuangan akhir. Pujiastuti dan Endah (1995) melaporkan bahwa parameter-parameter kualitas air di sumur sekitar TPA Sukolilo Surabaya yang melebihi nilai ambang batas (NAB) pada umumnya sama dengan beberapa senyawa yang dikandung lindi. Naiknya kadar clorida, natrium, besi, kesadahan total, dan nitrat dalam air sumur yang jaraknya semakin dekat dengan TPA menunjukkan adanya lindi yang masuk ke dalam air sumur tersebut.

TPA Basirih merupakan tempat pembuangan akhir sampah untuk kota Banjarmasin, dengan luas lebih kurang 200 Ha, dan berada di tanah rawa, kondisi tanah rawa memiliki pH yang rendah (Noor, 2004). Usaha yang dilakukan untuk pencegahan rembesan lindi adalah dengan dibuat tanggul dari tanah urug, namun karena tanah urug yang digunakan bukan material yang cocok untuk menahan lindi, mengakibatkan lindi masih merembes melalui tanggul tersebut. Untuk itu lindi sampah harus ditahan dengan material yang baik agar tidak menyebar ke daerah sekitarnya.

Untuk mencegah merembesnya lindi ke air tanah, dasar dari TPA harus dibuat kedap air atau tidak tembus air. Jenis lapisan yang umum digunakan biasanya adalah lapisan lempung yang dipadatkan atau *compacted clay liner (CCL)*. Kelemahan penggunaan lapisan lempung yang biasanya didapatkan disekitar lokasi adalah tidak memenuhi kriteria bahwa lapisan tersebut haruslah kedap air, oleh karena itu perlu dicari bahan yang dapat menahan rembesan lindi. Penggunaan bentonit melebihi 20% tidak efektif menurunkan kemampuan rembesan campuran (Daniel, 1987) karena sulit dipadatkan. Hanya saja penggunaan bentonit kurang dari 20% akan mengakibatkan bentonit mudah larut terbawa aliran air atau lindi.

Lapisan penghalang yang dipasang di dasar penampungan sampah atau limbah akan rusak akibat lindi yang ditampung yang mengandung bahan yang mampu menghancurkan atau merubah struktur butiran lempung dari lapisan tersebut. Limbah dengan pH rendah

(asam) dapat menghancurkan ikatan butiran lempung dari lapisan penghalang (Daniel, 1987). Cairan dengan konstanta dielektrik rendah akan mengakibatkan penyusutan dan kemudian menimbulkan retak-retak (Anderson dkk, 1985). Keadaan ini dapat memperbesar kemampurembesan dari material penghalang yang digunakan. Oleh karena itu diperlukan suatu material yang dapat mengikat bentonit tersebut sehingga tidak larut terbawa air ataupun lindi, dapat menahan lindi dengan sifat tahan terhadap pH asam, dan tahan lama. Penelitian superabsorben yang telah dipatenkan adalah bentonit- dengan polimer akrilamida dan material granular contohnya pasir dengan nama Trisoplast<sup>(R)</sup> (Wammes, 2004). Komposisi dari Trisoplast<sup>(R)</sup> terdiri dari 89,1% pasir; 10,7 bentonit dan 0,2% polimer. Material ini memiliki kemampurembesan yang sangat kecil karena adanya bentonit dan polimer (Arifin dkk, 2006). Kelebihan yang lain, material ini juga memiliki kuat geser yang tinggi serta kemampumampatan, tekanan pengembangan, dan kembang-susut yang kecil karena adanya pasir (Arifin dkk, 2006; Arifin dkk, 2007; Agus dkk, 2007).

Polimer superabsorben dari bahan organik memiliki beberapa kelemahan diantaranya adalah kapasitas absopsi yang terbatas, karakteristik fisik yang kurang kuat, tidak stabil pada perubahan suhu dan pH. Komposit polimer superabsorben dengan mineral alam seperti bentonit, zeolit, sepiolit merupakan jenis komposit yang termasuk baru dikembangkan. Kelebihan komposit ini adalah mempunyai sifat elastis dan permeabilitas polimer dengan kemampuan absorpsi berbagai jenis bahan yang dimiliki mineral alam. Mineral alam merupakan bahan yang banyak ditemukan di Indonesia dengan harga yang murah (Swantono, 2008). Bentonit merupakan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia  $\pm$  380 juta ton akan tetapi belum optimal pemanfaatannya. Padahal bentonit sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai campuran pembuatan superabsorben dengan polimer yang disebut sebagai polimer superabsorben (Syuhada, 2009). Struktur molekul mineral alam mempunyai lapisan permukaan yang dapat dibuka pori-porinya atau diaktifkan, kestabilan sifat fisik dan kimia yang sangat baik. Di Indonesia telah banyak dikembangkan mineral alam sebagai bahan filtrasi dan adsorpsi dalam pengolahan limbah.

Banyak penelitian tentang modifikasi polimer dengan bahan lain untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi dan ketahanan fisik, diantaranya adalah superabsorben akrilamida yang dimodifikasi dengan asam maleat dengan radiasi gamma dapat mengadsorpsi urea 935 sampai 5212 g/g polimer. Hidrogel poliacrilnitril-maizena mempunyai kapasitas absorpsi sebesar 920 g/g polimer (Karadag, 2006). Penelitian lain

tentang pembuatan superabsorben ziolit-akrilamida dengan radiasi pengion telah dilakukan oleh Swantomo, 2008. Hasil penelitian menyatakan bahwa semakin besar perbandingan akrilamida terhadap ziolit akan meningkatkan persentase konversi komposit yang dihasilkan dan kapasitas adsorpsinya. Proses komposit hidro gel dengan bahan organik polimer alam selulosa yaitu Carboxymethyl cellulose (CMC) dan bahan anorganik monmorilonit melalui proses kopolimerisasi cangkok dalam larutan encer telah memberikan produk hidro gel dengan *swelling ratio* tertinggi 126,56 g H<sub>2</sub>O/g hidrogel dicapai pada suhu 90°C, konsentrasi inisiator Benzoyl Peroksida (BPO) 2,5% dan konsentrasi pengikatsilang N,N'-metilenbisakrilamida (MBA) 3,75%. Hidro gel Superabsorben Polimer Komposit (SAPC) monmorilonit memiliki kestabilan yang lebih tinggi terhadap panas dibandingkan dengan hidrogel SAP. (Anah, 2010). Penelitian Superabsorben telah oleh Pourjavadi (2007) yaitu komposit CMC-g-poli (asam akrilat)/celite dengan metode Taguchi dan superabsorbent CMC/celite yang diaplikasikan pada air asin Pourjavadi (2010).

Di Kecamatan Bati-Bati Kab. Tanah Laut Kalimantan Selatan, banyak perusahaan udang beku dan kerupuk udang. Limbah kulit udang perhari tidak kurang dari 200kg, dan sampai sekarang hanya dimanfaatkan sebagai tambahan makanan ternak. Limbah kulit udang ini sebenarnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kitosan (Muzzarelli, 1977), yang merupakan polimer yang potensial dijadikan superabsorben (Anirudhan, 2010) dan (Yu, 2010). Penelitian kitosan sebagai bahan pembuat superabsorben juga telah dilakukan Xie (2009), dimana superabsorben dibuat dari kitosan dengan asam poliakrilat dan muskovit dengan inisiator amonium persulfat dan pengikatsilang MBA dan superabsorben yang lebih baik. Penelitian superabsorben karboksimetil-kitosan dengan poli asam poli akrilat dikombinasi oleh trimetilalil amonium klorida dengan inisiator amonium persulfat dan pengikatsilang MBA juga telah dilakukan oleh Yu (2010), Penelitian superabsorben poli(asam methakrilat) graf kitosan/bentonit untuk adsorpsi thorium(IV) telah dilakukan oleh Anirudhan (2010).

Kiranya menarik untuk dilakukan penelitian tentang pembuatan kitosan dengan asam poliakrilat dan bentonit dengan inisiator kalium persulfat (KPS) dan pengikatsilang N,N'-metilenbisakrilamida (MBA) untuk memanfaatkan limbah kulit udang dan bentonit. Aplikasi superabsorben ini juga menarik untuk dipelajari dengan campuran pasir sebagai penghalang pada instalasi pengolahan air lindi sampah perkotaan skala laboratorium maupun di tempat pembuangan akhir (TPA) Basirih Banjarmasin.

## 1.2. Urgensi (Keutamaan Penelitian)

Dalam satu dekade terakhir ini, penelitian mengenai hidrogel telah mengalami berbagai kemajuan. Penggunaan hidrogel dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, diantaranya sebagai bahan polimer superabsorben (anti bocor). Bentonit merupakan sumber daya alam yang melimpah di Indonesia belum optimal pemanfaatannya, padahal dapat dijadikan sebagai bahan campuran pada pembuatan polimer superabsorben. Polimer superabsorben dari bahan organik mempunyai kelemahan diantaranya kapasitas adsorpsi yang terbatas, karakteristik sifat yang kurang kuat, tidak stabil terhadap perubahan suhu dan pH. Modifikasi superabsorben dilakukan untuk meningkatkan kualitas tersebut. Modifikasi pembuatan superabsorben dengan mineral alam telah dilakukan diantaranya superabsorben zeolit-akrilamida dengan radiasi pengion telah dilakukan oleh Swantomo, 2008. Hasil penelitian menyatakan bahwa semakin besar perbandingan akrilamida terhadap zeolit akan meningkatkan persentase konversi komposit yang dihasilkan dan kapasitas adsorpsinya.

Penelitian kitosan sebagai bahan pembuat superabsorben juga telah dilakukan Xie (2009), dimana superabsorben dibuat dari kitosan dengan asam poliakrilat dan muskovit dengan inisiator amonium persulfat dan pengikatsilang MBA menghasilkan superabsorben yang lebih baik. Penelitian superabsorben yang telah dipatenkan adalah bentonit-akrilamida dan material granular contohnya adalah pasir dengan nama Trisoplast<sup>R</sup> (Wammes, 2004). Komposisi dari Trisoplast<sup>R</sup> terdiri dari 89,1% pasir; 10,7 Kalsium bentonit dan 0,2% polimer akrilamida.

Di Indonesia, sampah perkotaan di buang di tempat pembuangan akhir (TPA). Hampir setiap kota di Indonesia memiliki minimal satu lokasi pembuangan akhir. Peningkatan jumlah penduduk mengakibatkan peningkatan jumlah sampah yang dihasilkan. Hal ini mengakibatkan peningkatan jumlah TPA yang dibutuhkan untuk menampung sampah tersebut. TPA di Indonesia biasanya dibuat di tempat yang luas dan terbuka di pinggiran kota dimana sampah ditumpuk atau sebagian dibakar disana. Curah hujan yang tinggi di Indonesia mengakibatkan tingginya lindi yang dihasilkan oleh TPA.

TPA Basirih merupakan tempat pembuangan akhir sampah untuk kota Banjarmasin, dengan luas lebih kurang 200 Ha, dan berada di tanah rawa. Kondisi tanah rawa memiliki pH yang rendah. Usaha yang dilakukan untuk pencegahan rembesan lindi adalah dengan

dibuat tanggul dari tanah urug. Namun karena tanah yang digunakan memiliki kemampurembesan yang besar sehingga lindi masih meyebar. Untuk itu agar lindi sampah tidak menyebar ke daerah sekitar harus ditahan dengan material yang cocok, sehingga menarik kiranya mengaplikasikan hasil penelitian superabsorben yang dicampur dengan pasir pada TPA tersebut guna menghalangi penyebaran air lindi ke daerah sekitarnya.

## **BAB II**

### **STUDI PUSTAKA**

#### **2.1. Polimer Superabsorben**

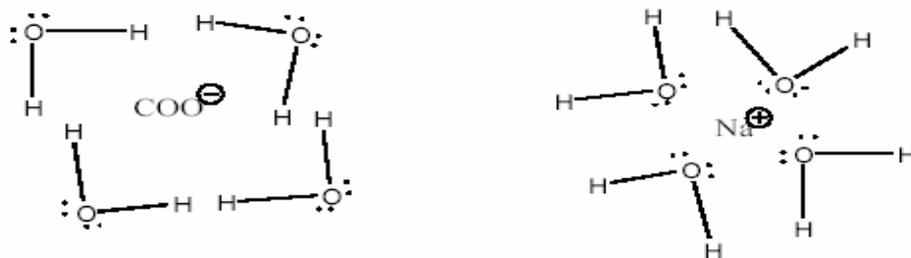
Hidro gel pertama kali dikembangkan oleh Departemen Pertanian AS pada 1960 dan dikomersialkan pertama kali pada 1970 dalam bentuk polimer berbasis pati / akrilonitril / akrilamida dan diaplikasikan dalam agrikultur atau hortikultur sebagai hidro gel untuk menahan kelembaban air pada tanah selama pertumbuhan dan transportasi. Dalam perkembangannya, ikatan silang poliakrilat dan modifikasi eter selulosa juga dikomersialkan pada 1982 di Jepang sebagai pati cangkokpoliakrilat ikatan silang dengan karakteristik memiliki daya serap air yang tinggi. Pada 1985 penggunaan SAPs di Jepang diestimasi mencapai 12.000 *metric* ton. Pada 2010 pasar SAPs di AS dan Eropa diproyeksikan mencapai 419.000 ton dan di Asia-Pasific mencapai 207.000 *metric* ton (Anah,2010).

Pada awalnya polimer superabsorben dibuat dari tepung, selulosa, polivinil alkohol yang mempunyai gugus hidrofilik dan mempunyai daya afinitas yang tinggi terhadap air. Polimer jenis ini mempunyai beberapa kelemahan diantaranya kapasitas adsorpsi yang relatif kecil, kurang stabil terhadap perubahan suhu dan pH., dan sifat fisik yang kurang bagus. Dewasa ini sedang dikembangkan polimer superabsorben yang dibuat dari polimer organik yang dimodifikasi dengan mineral alam seperti bentonit, kuarsa dan silika. Polimer superabsorben ini mempunyai sifat fisika dan kimia yang lebih baik. Polimer superabsorben adalah suatu bahan yang dapat mengadsorpsi atau menyimpan cairan lebih dari bahan tersebut dan tidak melepas cairan tersebut.(Elliot, M, 1997). Penggunaan polimer superabsorben sangat banyak diantaranya digunakan sebagai bahan pengolahan limbah, media tumbuh tanaman, bahan untuk mengurangi friski dalam pipa, bahan pelapis antibocor, pelindung kabel bawah tanah, bahan pembuatan kemasan barang dan bahan pemadam kebakaran.

Polimer superabsorben dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Berdasarkan morfologinya diklasifikasikan menjadi polimer superabsorben serbuk, partikel bola, serat, membran dan emulsi. Ditinjau dari bahan penyusunnya, terdiri dari alam, semipolimer

sintetis dan polimer sintetis, sedangkan ditinjau dari proses pembuatannya dapat dibedakan menjadi polimer cangkok dan polimer ikatan silang (Gao, 2003)

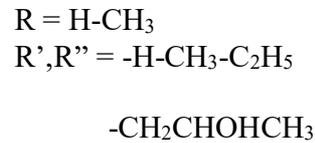
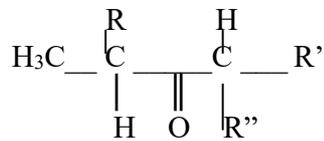
Ikatan utama polimer supeabsorben adalah gugus hidrofilik karena terdiri dari gugus asam karboksilat (COOH) yang mudah menyerap air. Ketika polimer superabsorben dimasukkan dalam air atau pelarut akan terjadi interaksi antara polimer dengan molekul air. Interaksi yang terjadi adalah hidrasi. Mekanisme hidrasi yang terjadi adalah ion dari zat terlarut dalam polimer seperti  $\text{COO}^-$  dan  $\text{Na}^+$  akan tertarik dengan molekul air, seperti terlihat pada Gambar 2.1 berikut. Adanya ikatan silang dalam polimer superabsorben menyebabkan polimer tidak larut dalam air atau pelarut.(Chang, 1999).



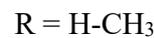
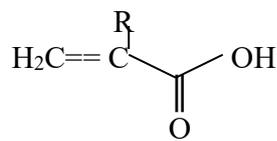
Gambar 2.1. Mekanisme Hidrasi Superabsorben

## 2.2. Pembuatan Polimer Supersabsorben

Dalam proses pembuatan polimer supersabsorben, polimer yang digunakan harus memenuhi persyaratan diantaranya yaitu bersifat hidrofilik, tidak larut dalam air, mempunyai gugus fungsi yang bersifat ionik. Asam poliakrilat dan poliakrilamida merupakan bahan polimer superabsorben yang paling banyak digunakan, karena mempunyai daya afinitas yang paling baik. Pada Gambar 2.2. dapat dilihat bahwa poliakrilamida dan asam poliakrilat (PAA) mempunyai gugus rantai aktif (R) yang dapat digunakan untuk proses grafting. Pada proses grafting gugus aktif akan digunakan untuk berikatan dengan silika.



(a) poliakrilamida



(b) asam poliakrilat

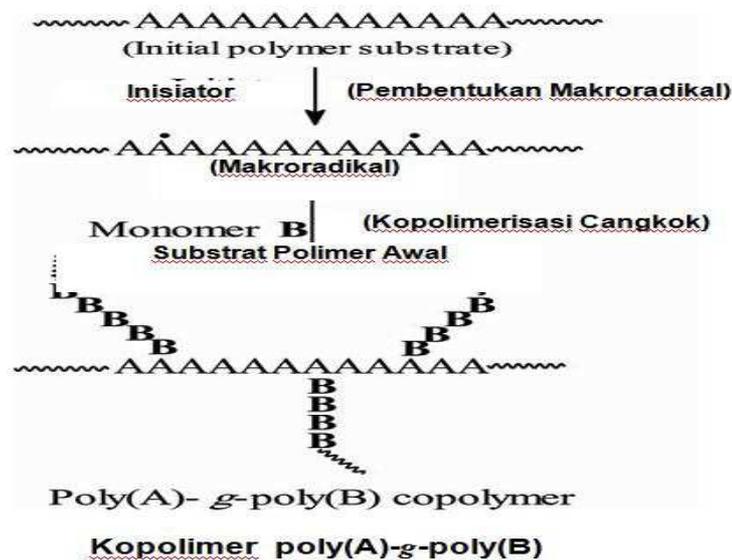
Gambar 2.2. Srtuktur Poliaakrilamida dan asam Poliakrilat

Komposit polimer superabsorben dapat dibuat dengan proses penggabungan polimer dengan silika. Berdasarkan proses penggabunga, pembuatan polimer supoeabsorben dapat dibedakan menjadi dua jenis. Jenis pertama yaitu penggabungan monomer dengan silika kemudian diikuti proses polimerisasi, sedangkan yang kedua adalah penggabungan penggabungan polimer dengan silika. Proses pembuatan yang paling banyak digunakan adalah proses pertama karena dapat menghasilkan ikatan yang kuat antara polimer dengan silika.

Pembuatan komposit polimer superabsorben sebagai sumber silika adalah mineral alam seperti bentonit, ziolit, sepiolit, merupakan jenis komposit yang termasuk baru dikembangkan. Kelebihan komposit ini mempunyai sifat elastisitas dan permeabilitas, serta kapasitas adsorpsi polimer yang tinggi. Mineral alam ini banyak ditemukan di Indonesia dengan harga yang murah. Penggunaan mineral alam sendiri mempunyai keterbatasan kapasitas adsopsi, dengan demikian pembuatan komposit polimer superabsorben ini diharapkan akan menutupi kelaamatan masing-masing komponen penyusunnya. (Gao, 2003).

Pembuatan komposit polimer superabsorben dapat dilakukan dengan proses grafting polimer dengan mineral alam dan proses penggabungan (intercalating) monomer dengan mineral alam kemudian diikuti proses polimerisasi. Proses grafting dapat dilakukan dengan

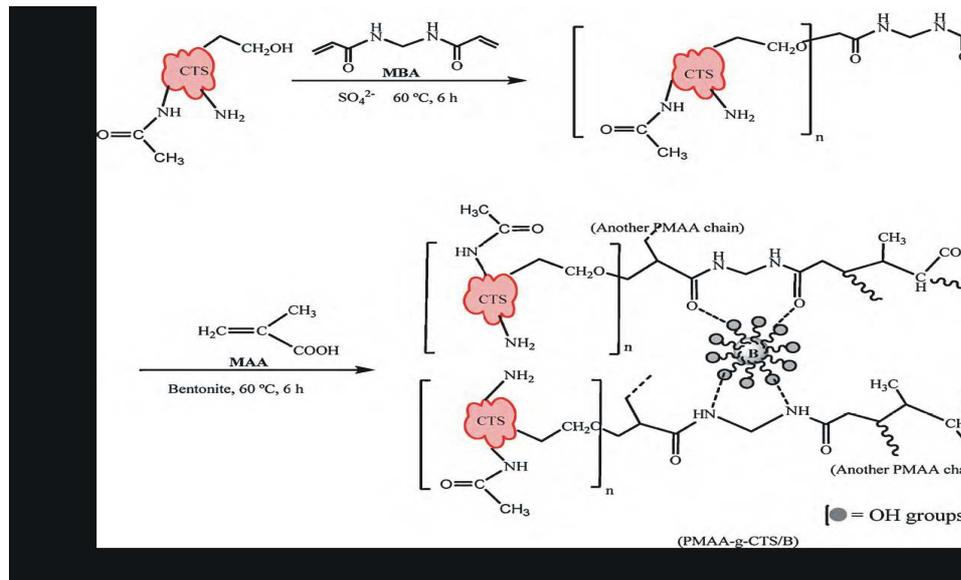
metode kimia, yaitu dengan menggunakan bahan kimia inisiator polimerisasi, dan bahan pembentuk ikatan silang (crosslinker). Bahan inisiator polimerisasi yang sering digunakan adalah amonium perokdisulfat, sedangkan bahan pembentuk ikatan silang adalah trimetil propana triakrilat, 1,4-butadienol dimetakrilat dan N,N'-metilen bisakrilamida (MBA). Penambahan aktivator N,N,N',N' tetrametiletilendiamin diperlukan untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Proses kopolimerisasi grafting ini juga membutuhkan pemanasan dari luar. Mekanisme Kopolimerisasi graft untuk Kopolimer poli(A)-g-poli(B) diperlihatkan pada Gambar 2.3



Gambar 2.3. Mekanisme Kopolimerisasi Graft Untuk Kopolimer poli(A)-g-poli(B)

Kopolimer cangkok (graf) seperti gambar di atas dimana terjadi antara rantai makromolekular dengan satu spesies blok atau lebih yang disambungkan ke rantai utama sebagai rantai sisi (Athawale, 2005). Batang tubuh polimer utama polimer(A) yang memiliki cabang-cabang rantai polimer(B) yang berasal dari titik yang berbeda dan tercangkok pada sepanjang rantai utama, secara umum ditulis sebagai poli(A)-cangkok-poli(B) atau poli(A)-gpoli(B) (Zohuriaan-Mehr, 2005).

Mekanisme polimerisasi poli(asam metakrilat) -graf- kitosan/bentonit atau PMAA-g-CTS/B seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.4. Mekanisme PMAA-g-CTS/B

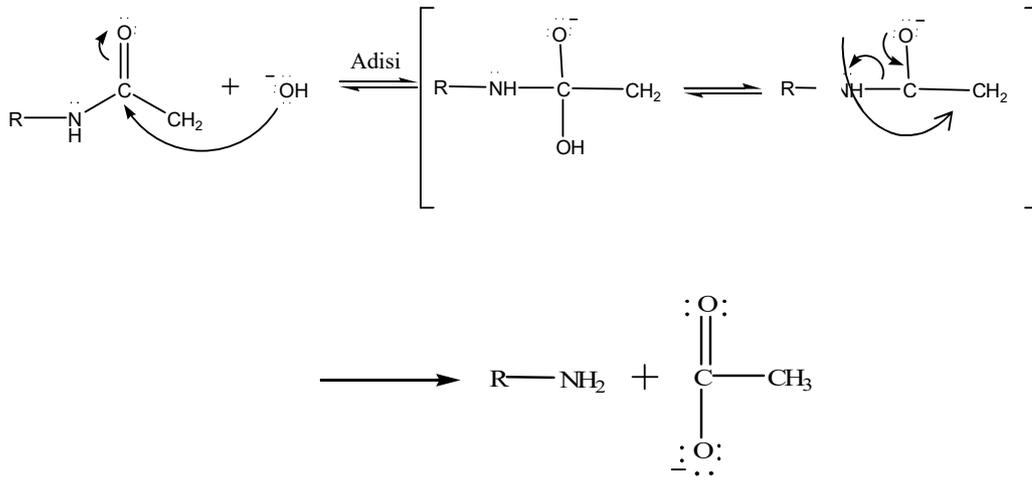
### 2.3. Kitosan

Secara garis besar kitosan adalah kitin yang telah mengalami proses penghilangan gugus asetil (deasetilasi) dengan nama lain adalah 2-amino-2-deoksi D-glukopiranososa dengan ikatan (1→4) β (Sanchez et al, 1981). Sama halnya dengan kitin, kitosan bukanlah senyawa tunggal, melainkan suatu kelompok kitin terdeasetilasi sebagian, dengan derajat deasetilasi yang beragam, tetapi lebih besar dari 70%. (Bastaman, 1989). Kitin merupakan polimer rantai panjang dan tidak bercabang yang mempunyai bobot molekul besar. Secara terminologi kimia kitin adalah 2-asetamida-2-deoksi D-glukopiranososa (Sanchez et al, 1981). Senyawa ini mirip dengan selulosa yang merupakan hasil pembentukan monomer (unit penyusun yang bergabung satu sama lain). Untuk memperoleh kitin dari cangkang *hewan Crustaceae*, dilakukan beberapa tahapan berikut :

- pencucian dengan pelarut organik untuk menghilangkan zat warna
- demineralisasi dengan larutan asam untuk melarutkan mineral-mineral yang terikat (umumnya mineral yang ada dalam bentuk  $MgCO_3$  dan  $CaCO_3$ )
- deproteinasi dengan larutan basa

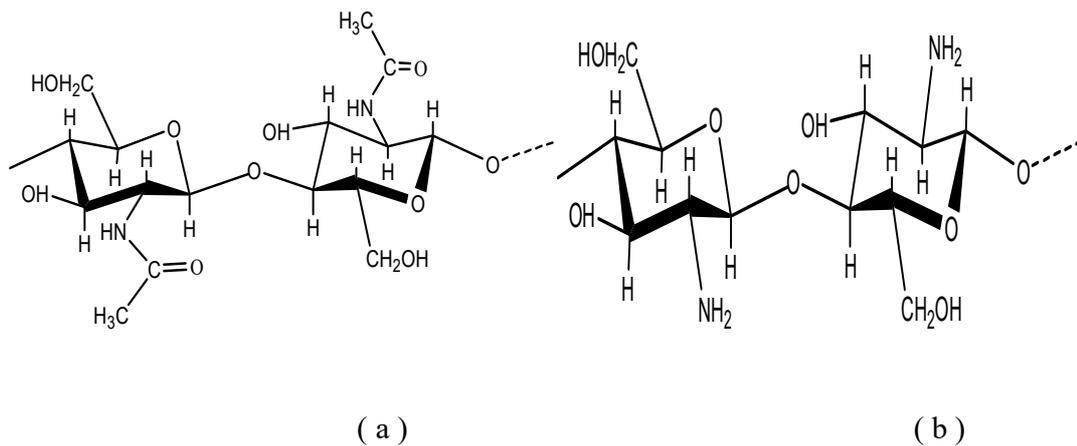
Selanjutnya, untuk memperoleh kitosan dari kitin, dilakukan proses deasetilasi melalui reaksi antara kitin dengan larutan pekat suatu basa kuat pada suhu tinggi. Reaksi dengan

basa kuat ini menyebabkan lepasnya gugus asetil dari kitin. Kitosan diperoleh melalui reaksi deasetilasi kitin menggunakan larutan basa pekat, reaksi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 2.5



Gambar 2.5. Reaksi asetamida dengan basa kuat (Fessenden, 1994)

Struktur kitin dan kitosan ditunjukkan dalam gambar berikut :



Gambar 2.6. (a) Struktur kitin, (b) Struktur Kitosan (Jeuniaux, 1996; Knaul, 1998)

Pada dasarnya tidak ada batasan yang baku mengenai sampai sejauh mana kitin telah berubah menjadi kitosan. Akan tetapi, telah disepakati bahwa kitin yang telah kehilangan setidaknya 70% dari gugus asetilnya telah dapat dikatakan sebagai kitosan. Seberapa besar tingkat deasetilasi ini dapat diamati antara lain dari perbedaan spektra infra merah antar kitin mula-mula dengan hasil deasetilasinya.

Kitosan merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, larutan basa kuat, sedikit larut dalam HCl dan HNO<sub>3</sub>, dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan tidak larut dalam H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi dan bersifat polielektrolit (Hirano (1986) dalam Marganof, 2003). Disamping itu, kitosan dapat dengan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lainnya seperti protein. Oleh karena itu, kitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri terapan dan industri kesehatan (Muzzarelli (1986) dalam Marganof,2003).

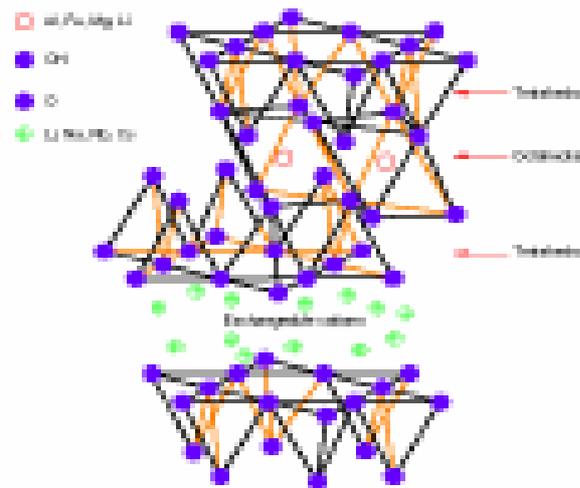
## **2.4. Bentonit**

Bentonit merupakan sumber daya alam mineral yang melimpah di Indonesia. Mineral bentonit memiliki diameter kurang dari 2  $\mu\text{m}$  yang terdiri dari berbagai mineral phyllosilicate yang mengandung silika, alumina oksidasi dan hidroksida yang dapat mengikat air. Bentonit memiliki struktur 3 layer sentrak oktahedral. Cadangan bentonit di Indonesia  $\pm$  380 juta ton.

Bentonit diklasifikasikan dalam dua kelompok yaitu natrium bentonit dan kalsium bentonit. Natrium bentonit mengandung relatif lebih banyak ion Na<sup>+</sup> dibandingkan Ca<sup>+</sup> dan Mg<sup>+</sup>. Bentonit ini dapat mengembang hingga 8-15 kali apabila dicelupkan ke dalam air dan tetap terdispersi beberapa waktu dalam air. Posisi pertukaran ion terutama diduduki oleh ion natrium. Penggunaan utama bentonit ini adalah sebagai lumpur pembilas pada kegiatan pemboran, pembuatan pelet bijih besi, penyumbat kebocoran bendungan dan kolam. Bentonit kalsium banyak mengandung Ca<sup>+</sup> dan Mg<sup>+</sup> dibandingkan Na<sup>+</sup>. Bentonit ini kurang menyerap air, akan tetapi jika diaktifkan dengan asam akan menyerap dengan baik dan tersispersi dalam air.

Kandungan utama bentonit adalah monmorilonit (80%) dengan rumus kimia  $M_x(\text{Al}_{4-x}\text{Mg}_x)\text{Si}_8\text{O}_{10}(\text{OH})_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ . Kandungan lain dalam bentonit adalah pengotor dari berbagai jenis mineral seperti kwarsa, ilit, kalsit, mika dan klorir. Struktur monmorilonit terdiri dari 3 layer yang terdiri dari 1 alumina (AlO<sub>6</sub>) berbentuk oktahedral pada bagian tengah diapit oleh

dua buah lapisan silika ( $\text{SiO}_4$ ) berbentuk tetrahedral. Diantara lapisan oktahedral dan pada bagian tengah diapit oleh dua buah lapisan oktahedral dan tetrahedral terdapat kation monovalen maupun bivalen, seperti  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Mg}^{2+}$ , dan memiliki jarak (d-spacing) sekitar 1,2-1,5  $\mu\text{m}$ . Lapisan-lapisan dalam bentonit ini teraglomelasi (menggumpal) karena adanya gaya tarik menarik antar partikel. (Syuhada, 2009). Gambar struktur bentonit dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7. Struktur Bentonit

## 2.5. Lindi Sampah

### 2.5.1. Karakteristik Lindi

Sampah perkotaan yang ditampung pada lokasi pembuangan akhir (landfill) akan mengalami proses dekomposisi. Proses dekomposisi tersebut menyebabkan terjadinya perubahan fisik, kimia dan biologis sampah secara simultan. Salah satu hasil dari dekomposisi sampah tersebut adalah lindi sampah yang berupa cairan.

Karakteristik lindi sampah sangat bervariasi tergantung pada proses dekomposisi sampah dalam lokasi penampungan akhir. Proses dekomposisi sampah disebabkan oleh proses biologis. Sifat fisik dan kimiawi lindi sampah berhubungan langsung dengan aktivitas biologis di dalam landfill.

Data yang mewakili karakteristik kimia dari lindi ditunjukkan pada Tabel 2.1. Rentang nilai konsentrasi untuk beberapa unsur mempunyai perbedaan yang besar. Nilai tipikal yang ditunjukkan pada tabel tersebut dimaksudkan hanya sebagai pedoman.

Tabel 2.1 Data Komposisi Lindi dari Landfill

KONSTITUEN	NILAI mg/l	
	RANGE	TIPIKAL
BOD	2.000-30.000	10.000
TOC	1.500-20.000	6.000
COD	3.000-45.000	18.000
TSS	200-45.000	500
Organik nitrogen	10-600	200
Ammonia nitrogen	10-800	200
Nitrat	5-40	25
Total Fosfor	1-70	30
Ortho Fosfor	1-50	20
Alkalinity sbg CaCO <sub>3</sub>	1.000-10.000	3.000
pH	5,3-8,5	6
Total hardness sbg CaCO <sub>3</sub>	1.000-10.000	3.000
Calcium	200-3.000	1.000
Magnesium	50-1.500	250
Potassium	200-2.000	300
Sodium	200-2.000	500
Klorida	100-3.000	500
Sulfat	100-1.500	300
Fe total	50-600	60

sumber: Tchobanoglous, G (1977) Solid Waste, Engineering principles and management issues. P.332.

### 2.5.2. Produksi Lindi

Pada umumnya, jumlah lindi merupakan fungsi langsung dari jumlah air yang masuk ke landfill. Pada kenyataannya jika struktur landfill dibangun sempurna, jumlah produksi lindi dapat berkurang.

Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi lindi sampah adalah :

a. Hidrogeologi

Faktor ini berhubungan dengan kondisi air tanah. Masuknya air tanah dapat meningkatkan volume lindi.

b. Lokasi Geografi

Lokasi geografi menentukan faktor-faktor seperti: Kelembaban, suhu, sinar matahari, curah hujan dan angin. Hal ini mempengaruhi transpirasi dan evaporasi.

c. Topografi

Topografi mempengaruhi run off dan run on dari lindi

d. Sistem penyimpanan

Air yang masuk landfill sebagian diserab oleh material berpori dan buangan.

### **2.5.3. Metode untuk Mencegah Rembesan Lindi**

Untuk mencegah lindi ke air tanah, dasar dari tempat pembuangan sampah harus dibuat kedap atau tidak tembus air. Jenis lapisan yang umum dipakai adalah lapisan lempung yang dipadatkan hingga memenuhi persyaratan yang diharuskan. Lapisan beton sudah tidak umum lagi untuk dipakai mengingat pelaksanaannya sulit, lama, mahal dan mudah retak. Sedangkan lapisan lempung mempunyai sifat yang elastis (tidak mudah retak) dan mudah untuk dilaksanakan.

### **2.5.4. Pengukuran Kemampurembesan Material Penghalang di Laboratorium**

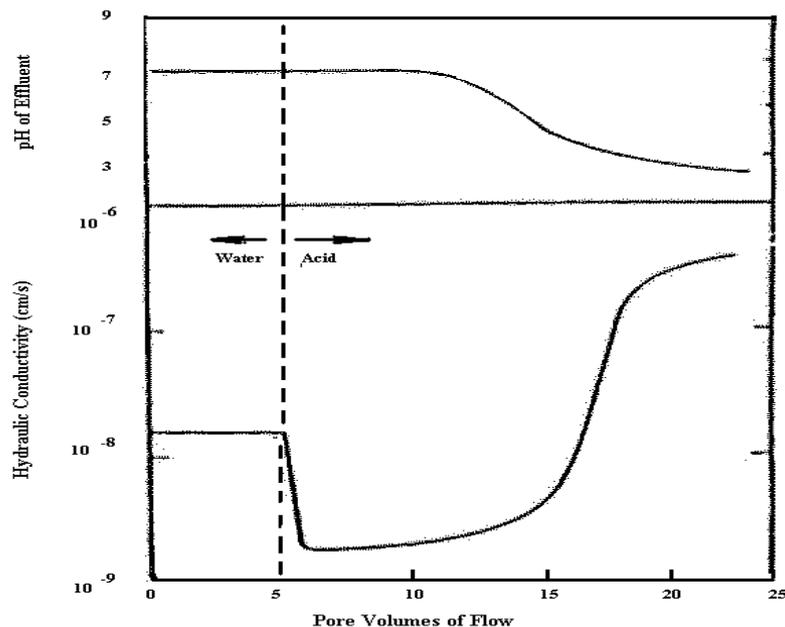
Meskipun pengukuran kemampurembesan di laboratorium yang cocok untuk memprediksi kemampurembesan lapangan masih menjadi perdebatan, test laboratorium tetap merupakan hal yang sangat penting dalam masalah-masalah limbah cair berbahaya. Hal ini disebabkan karena di laboratorium memungkinkan untuk melakukan penelitian dalam jumlah besar dan memungkinkan untuk mempelajari pengaruh beberapa variabel seperti kadar air, kepadatan, kejenuhan dan lain-lain.

Test laboratorium harus dilakukan dengan sangat hati-hati. Beberapa variabel harus selalu diperhatikan terutama yang berhubungan dengan persiapan, peralatan dan prosedur pelaksanaan (Dunn dan Mitchell, 1984). Tipe peralatan yang biasa digunakan untuk mengukur kemampurembesan di laboratorium adalah flexible wall permeameter (ASTM D18.04.02), Rigid wall permeameter dan consolidometer permeameter (ASTM D18.04.85.03); larutan standar yang digunakan adalah 0.005 N  $\text{CaSO}_4$ .

Untuk menentukan kemampurembesan dan melihat pengaruh lindi terhadap material penghalang, ditest dengan larutan standar kemudian diganti dengan lindi (Anderson and Brown, 1981). Pengukuran dihentikan jika memenuhi standar antara lain larutan yang masuk dan keluar sama, kemampurembesan konstan dan influent/effluent

seimbang paling sedikit 2 pore volume of flow (US.EPA, 1989). Keseimbangan influent dan effluent terjadi jika pH dan konsentrasi ion-ion pada influent dan effluent sama. Ion yang diukur biasanya Clorida atau Bromida (US.EPA, 1989).

Material penghalang yang dipasang di dasar lagoon akan rusak bilamana limbah yang ditampung mengandung bahan yang mampu menghancurkan atau merubah struktur butiran lempung dari material penghalang. Limbah dengan pH rendah (asam) dapat menghancurkan butiran lempung dari material penghalang. Keadaan ini akan menyebabkan kemampurembesan dari material penghalang mengecil dan kemudian membesar karena terjadinya proses pemipaan (piping) pada material penghalang, seperti yang ditunjukkan oleh Daniel (1987) pada Gambar 2.5. Kemampurembesan mengecil saat larutan asam melalui material penghalang. Hal ini disebabkan asam mampu melarutkan material-material yang membantunya menjadi netral (pH effluen adalah 7). Tetapi kemampurembesan kembali membesar setelah sejumlah besar larutan asam masuk ke dalam material penghalang tersebut.



Gambar 2.8 Pengaruh pH dari limbah terhadap kemampurembesan material penghalang (Daniel, 1987).

## **BAB III**

### **TUJUAN DAN MANFAAT**

#### **3.1. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini mempunyai tujuan sebagai berikut :

Superabsorben

1. Mengetahui pengaruh suhu, inisiator kalium persulfat (KPS), dan konsentrasi pengikat silang MBA terhadap *swelling ratio* superabsorben kitosan–graf-poli (asam akrilat)/bentonit
2. Mengetahui pengaruh rasio bentonit terhadap kestabilan panas superabsorben kitosan–graf-poli (asam akrilat)/bentonit dengan menggunakan Thermo-Grafimetric Analyser (TGA)
3. Menentukan kapasitas adsorpsi superabsorben kitosan–graf-poli (asam akrilat)/bentonit
4. Mengetahui proses kopolimerisasi antara kitosan, asam poli akrilat yang dikomposit dengan bentonit dengan analisa gugus fungsi menggunakan FTIR
5. Mengidentifikasi morfologi superabsorben kitosan–graf-poli (asam akrilat)/bentonit dengan Scanning Electron Microscope (SEM)

Bentonite-Pasir

6. Menguji sifat fisik bentonit yang akan digunakan tanpa/dengan pasir meliputi uji Atterberg limits, distribusi ukuran butir, *specific gravity*, *specific surface area* dan uji pemadatan
7. Menguji sifat hidrolis dan mekanik bentonit tanpa/dengan pasir meliputi uji kemampurembesan, uji kemampumampatan dan uji kuat geser.

Superabsorben-Bentonite-Pasir

8. Menguji sifat fisik superabsorben poli (asam akrilat) graf kitosan/bentonit yang dicampur pasir meliputi uji Atterberg limits, distribusi ukuran butir, *specific gravity*, *specific surface area* dan uji pemadatan
9. Menguji sifat hidrolis dan mekanik superabsorben poli (asam akrilat) graf kitosan/bentonit yang dicampur pasir meliputi uji kemampurembesan, uji kemampumampatan dan uji kuat geser.

10. Mengaplikasikan superabsorben poli (asam akrilat) graf kitosan/bentonit yang dicampur pasir pada lindi sampah skala laboratorium dan di TPA Basirih Banjarmasin

### **3.2. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif pemanfaatan limbah kulit udang sebagai superabsorbent yang nantinya bisa dikompositkan dengan bentonit sebagai bahan antibocor untuk bangunan khususnya pencegah lindi sampah
2. Memberikan gambaran dan masukan untuk Pemerintah Kota khususnya Banjarmasin mengenai bahan alternatif untuk mencegah lindi sampah

## BAB IV METODE PENELITIAN

### 4.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Kimia Dasar FMIPA Unlam dan di Lab. Mekanika Tanah Fakultas Teknik Unlam Banjarbaru. Penelitian ini direncanakan berlangsung selama 3 tahun dari bulan Januari 2012 sampai Desember 2014. Penelitian ini meliputi:

#### A. Penelitian tahap pertama

Pada tahap pertama akan dilakukan sintesis superabsorben dari kitosan graf poli (asam akrilat). Pada tahap ini dilakukan hal-hal dibawah ini.

1. Isolasi kitosan dari kulit udang dan penentuan DD kitosan
2. Uji pengaruh suhu terhadap *swelling ratio* superabsorben dilakukan pada variasi suhu 50,60,70,80 dan 90 °C
3. Uji pengaruh rasio AA dg kitosan terhadap *swelling ratio* superabsorben dengan (10,20,30, 40, 50 dan 60%)
4. Uji pengaruh konsentrasi pengikat silang MBA terhadap jumlah (AA dan kitosan) *swelling ratio* superabsorben dilakukan dengan variasi 2,5; 3,0; 3,5; 4,0 dan 4,5%
5. Penentuan kapasitas adsorpsi superabsorben.
6. Proses kopolimerisasi antara kitosan, asam poli akrilat yang dikomposit dengan bentonit dengan analisa gugus fungsi menggunakan FTIR
7. Identifikasi morfologi superabsorben dengan SEM.

Selain sintesis superabsorben, uji sifat fisik, kimia, mekanik, dan hidraulik bentonit juga dilakukan yang meliputi uji-uji berikut.

1. Uji kimia bentonit yang diuji meliputi kapasitas pertukaran kation,
2. Uji fisik bentonit yang meliputi specific gravity, Atterberg limits, dan distribusi ukuran butiran.
3. Uji pemadatan bentonit, uji kuat geser, dan permeabilitas bentonit yang dipadatkan.

## B. Penelitian tahap kedua

Pada tahap kedua akan dilakukan sintesis superabsorben dari kitosan graf poli (asam akrilat)/bentonit Pada tahap ini dilakukan hal-hal dibawah ini.

1. Uji kimia bentonit yang diuji meliputi kapasitas pertukaran kation, keasaman dan uji komposisi mineral.
2. Uji pengaruh rasio polimer (kitosan dan PAA) dengan bentonit superabsorbent dilakukan pada variasi 1:20,1:40,1:60,1:80 dan 1:100
3. Penentuan kapasitas adsorpsi dan *swelling ratio* superabsorben.
4. Uji kestabilan panas superabsorbent dengan menggunakan TGA
5. Proses kopolimerisasi antara kitosan, asam poli akrilat yang dikomposit dengan bentonit dengan analisa gugus fungsi menggunakan FTIR
6. Identifikasi morfologi superabsorben dengan SEM

Uji sifat fisik, kimia, mekanik, dan hidraulik campuran bentonit-absorben dilakukan yang meliputi uji-uji berikut.

1. Uji kimia bentonit-absorben yang diuji meliputi kapasitas pertukaran kation,
2. Uji fisik bentonit-absorben yang meliputi *specific gravity*, Atterberg limits, dan distribusi ukuran butiran.
3. Uji pemadatan bentonit-absorben, uji kuat geser, dan permeabilitas bentonit yang dipadatkan.

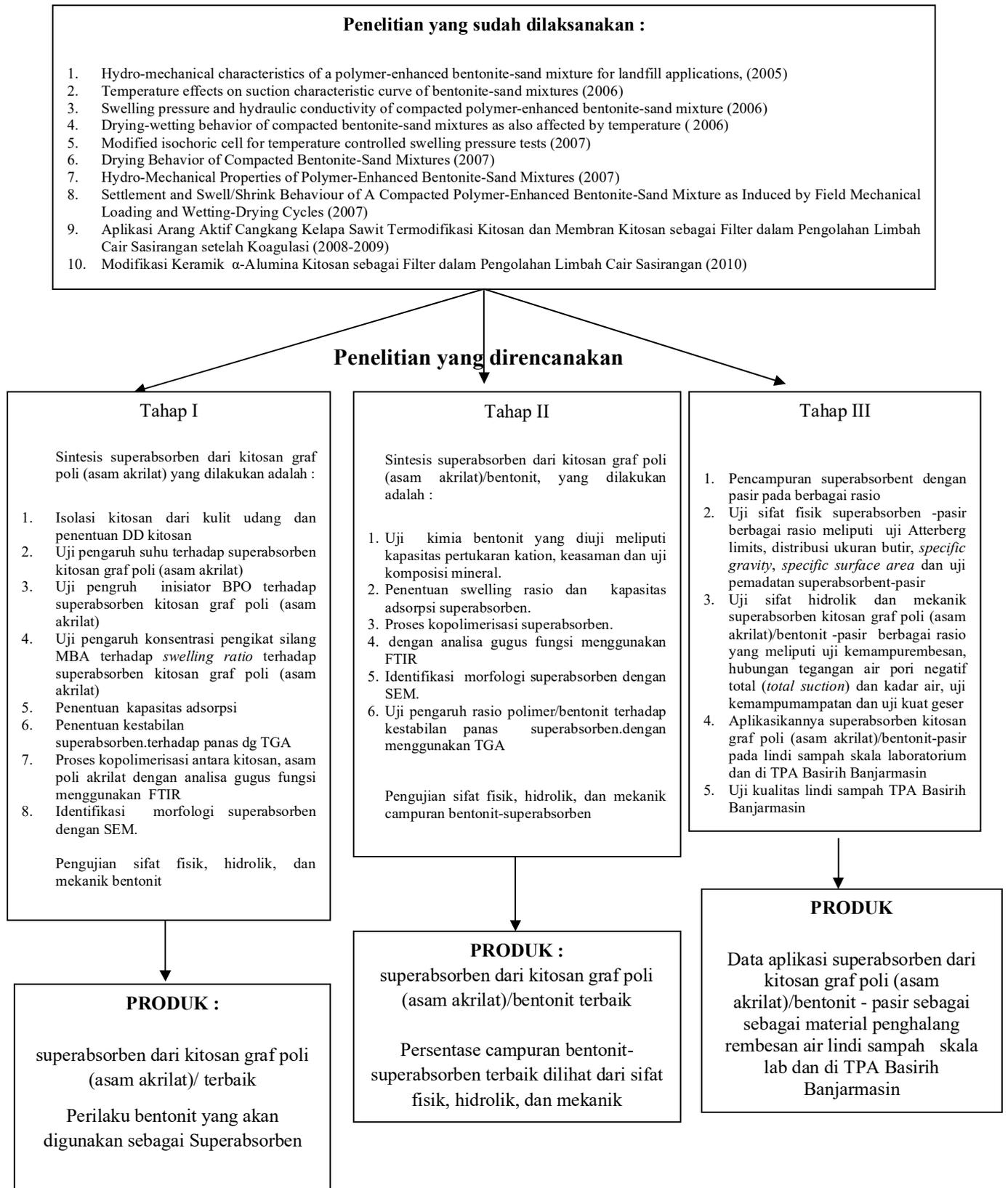
## C. Penelitian tahap ketiga

Pada tahap ketiga ini akan dilakukan penelitian:

1. Pencampuran superabsorbent kitosan graf poli (asam akrilat)/bentonit dengan pasir pada berbagai rasio 5:95; 7,5:92,5; 10:90; 12,5:87,5 dan 15:85
2. Uji sifat fisik superabsorben kitosan graf poli (asam akrilat)/bentonit-pasir berbagai rasio meliputi uji Atterberg limits, distribusi ukuran butir, *specific gravity*, *specific surface area* dan uji pemadatan superabsorbent-pasir
3. Uji sifat hidrolis dan mekanik superabsorben kitosan graf poli (asam akrilat)/bentonit -pasir berbagai rasio yang meliputi uji kemampurembesan, hubungan tegangan air pori negatif total (*total suction*) dan kadar air, uji kemampumampatan dan uji kuat geser

4. Aplikasinya superabsorben kitosan graf poli (asam akrilat)/bentonit-pasir pada lindi sampah skala laboratorium dan di TPA Basirih Banjarmasin
5. Uji kualitas lindi sampah TPA Basirih Banjarmasin yang meliputi : BOD, TOC, COD, TSS, organik nitrogen, amonia nitrogen, nitrat, P Total, alkalinitas sbg  $\text{CaCO}_3$ , pH, total hardness sbg  $\text{CaCO}_3$ , Kalsium , Magnesium, K , Na, Cl, sulfat dan Fe total

Sistematika Penelitian yang telah dilaksanakan dan yang direncanakan :



## 4.2. Bahan dan Alat

### 4.2.1. Bahan

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah :

- a) NaOH, HCl, asam akrilat (AA), kalium persulfat (KPS) dan pengikatsilang N,N'-metilenbisakrilamida (MBA) spesifikasi pure analyse dari E-Merck
- b) Bentonit alam Indonesia
- c) Pasir sebagai material tidak aktif
- d) Sampel limbah cair dari TPA Basirih Banjarmasin
- e) Limbah udang dari Bati-Bati Kab. Tanah Laut
- f) Akuades
- g) Laruatn standar  $\text{Na}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Si}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  dan  $\text{K}^{+}$

### 4.2.2. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

- a) Peralatan untuk sintesis superabsorben dan pengujian sifat kimia yang meliputi reaktor gelas leher empat yang dilengkapi dengan kondensor, termometer selang gas nitrogen. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), FTIR, pHmeter, neraca analitik, oven, *scanning electrone microscopy (SEM)*, Thermo-Grafimetric Analyser (TGA), refluk.

Rangkaian peralatan proses polimerisasi terlihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Rangkaian Peralatan Proses Polimerisasi

- b) peralatan untuk pengujian sifat-sifat fisik, seperti piknometer, Cassagrande, hidrometer set.
- c) Peralatan untuk pengujian sifat-sifat hidrolis seperti filter paper, permeameter set
- d) Peralatan untuk pengujian geser seperti direct shear test dan unconfined test
- e) peralatan-peralatan penunjang, beker glass, dan lain lain

### 4.3. Prosedur Kerja

#### 4.3.1. Penelitian Tahap I

##### A. Isolasi kitosan dari kulit udang

Sebanyak 100 g kulit udang dicuci sampai bersih lalu dikeringkan dan dihaluskan. Kulit udang yang telah halus diayak dengan saringan hingga diperoleh kitosan dengan ukuran partikel yang homogen (2,0 – 2,8 mm). Kemudian dilakukan demineralisasi dengan HCl 1,0 M sebanyak 1 L pada suhu 100°C selama 30 menit, kemudian disaring dan dicuci sampai bersih dan diperoleh filtrat yang netral/bersih. Residu yang diperoleh dideproteinisasi dengan NaOH 3,5% (b/v) dengan perbandingan 1 : 5, pada suhu 60°C selama 2 jam, lalu disaring dan dicuci sampai diperoleh filtrat yang netral. Pada tahap ini telah diperoleh kitin. Sebanyak 50 gr kitin dideasetilasi dengan NaOH 50% (b/v) dengan perbandingan 1:10 pada suhu kamar selama 1 jam, kemudian disaring. Kitosan yang diperoleh dicuci sampai diperoleh air cucian netral. Kitosan dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 4 jam. Kitosan hasil isolasi dikarakterisasi dengan menggunakan instrumen Spektrofotometer Infra Merah. Derajat deasetilasi (DD) dari kitosan dihitung.

##### B. Proses kopolimerisasi Cangkok (*Graft Copolymerization*) kitosan dengan PAA

dilakukan dengan sistem batch dalam reaktor kapasitas 1 L yang meliputi :

###### 1. Sintesa Asam Poliakrilat (PAA)

Asam Poliakrilat (PAA) disintesa melalui proses polimerisasi radikal terhadap monomer asam akrilat (AA) menggunakan pelarut organik (air distilat) dalam suasana atmosferik.

###### 2. Proses Ikatan-silang (*crosslink*)

Reaksi ikatan silang pada saat polimerisasi sangat penting untuk menghasilkan jejaring polimer (yang dapat menyerap air). Pengikat silang yang digunakan dalam penelitian ini adalah N,N' metilenbisakrilamida (MBA) yang bereaksi dengan gugus fungsi karboksil pada

rantai polimer sehingga terbentuk jejaring polimer. Polimerisasi dilakukan dengan melarutkan monomer asam akrilat dalam akuades pada suhu proses yang diinginkan ( $50^{\circ}\text{C} - 90^{\circ}\text{C}$ ), tekanan atmosferik dan menggunakan KPS sebagai inisiator yang berfungsi untuk membentuk radikal yang sangat reaktif sehingga monomer AA bergabung menjadi PAA. Setelah reaksi polimerisasi selesai, polimer dikeringkan, selanjutnya diberi *curing agent* yang berfungsi menambah derajat

ikatan silang pada permukaan partikel polimer, sehingga kinerja serapan airnya menjadi lebih bagus dan lebih mudah dikontrol.

### 3. Polimerisasi larutan (*Solution polymerization*)

Proses polimerisasi larutan dilaksanakan dengan mengikuti prosedur sebagai berikut :

- a. 1,2 g kitosan dan akuades 120 mL dimasukkan dalam reaktor gelas. Campuran bahan dipanaskan sampai suhu reaksi yang diinginkan menggunakan sumber panas *hot plate* dibawah suasana aliran gas  $\text{N}_2$  selama 30 menit dan dilakukan pengadukan dengan kecepatan 300 rpm.
- b. Inisiator KPS 1,2 g dan dengan berbagai variasi (2,5% w/w AA dan dengan berbagai variasi) ditambahkan ketika suhu reaksi yang diinginkan tercapai dan tunggu sampai 15 menit. Campuran asam akrilat 12 g yang dinetralkan dengan larutan NaOH dan pengikatsilang MBA 0,45 g (3,75% w/w AA dan dengan berbagai variasi) ditambahkan ke dalam reaktor.
- c. *Waterbath* dikendalikan pada suhu yang diinginkan dan dipertahankan selama 6 jam reaksi. Setelah itu tambahkan hidrokuinon 40 mL dan tunggu 5 menit. Reaksi selesai.
- d. Tuang hasil reaksi kedalam nampan dan keringkan dalam oven  $40^{\circ}\text{C}$  sampai kering. Selanjutnya dilakukan pencucian dengan akuades dua kali dan acetone satu kali. Keringkan kembali dalam oven sampai kering.
- e. Produk material SAP disimpan dalam kantong plastik dan diberi label sesuai dengan kode percobaan.

## C. Karakterisasi Superabsorben

### 1. Swelling Ratio

Tahapan *swelling ratio* adalah :

Berat kantung nilon ditimbang terlebih dahulu ( $W_n$ ), Berat material komposit superabsorben. SAPC ditimbang sebagai  $W_0$ . Kantung nilon yang telah diisi dengan contoh superabsorben kemudian dicelupkan kedalam wadah yang berisi air akuades pada suhu ruang selama 10 menit, kemudian diangkat dan digantung di udara selama 15 menit. Berat kantung nilon termasuk berat superabsorben yang telah menyerap air ditimbang sebagai  $W_t$  pada  $t = 10$  menit. Selanjutnya dicelup lagi dan ditimbang lagi sebagai  $W_t$  pada 20 menit. Demikian seterusnya sampai 2 jam, dan 24 jam untuk kesetimbangan *swelling*. *Swelling ratio* dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Swelling ratio (g air/g superabsorben)} = (W_t - W_0 - W_n) / W_0 \dots\dots\dots (1)$$

### 2. Analisa Gugus fungsi

Mekanisme kopolimerisasi dan gugus fungsi yang terjadi dianalisa menggunakan *Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy*.

### 3. Uji kestabilan bahan terhadap panas

Kestabilan bahan hidro gel terhadap panas dianalisa menggunakan *Thermal Gravimetry Analyser (TGA)*.

### 4. Uji morfology

Morfology bahan dianalisa menggunakan *Scanning Electron Micrograph (SEM)*

### 5. Penentuan persentase konversi

homopolimer yang dihasilkan dengan gravimetri.

berat bahan

$$\% \text{konversi} = \text{berat komposit} \times 100$$

### 6. Penentuan kapasitas absorpsi :

Akuades ditambahkan pada polimer superabsorben dan dibiarkan selama 60 menit untuk proses

pengembangan (*swelling*). Polimer yang telah mengembang disaring dan ditimbang. Air yang tidak terserap untuk menentukan kapasitas absorpsinya.

$$\text{kapasitas absorpsi} = \frac{M_t - M_0}{M_0}$$

dengan :

$M_t$  : berat komposit superabsorben setelah proses pengembangan selama waktu  $t$  menit

$M_0$  : berat komposit superabsorben awal

#### *D. Pengujian sifat-sifat fisik dan Kimia Bentonit*

- 1) Pengujian berat jenis berdasarkan ASTM D 854 (ASTM, 1987)
- 2) Pengujian batas-batas Atterberg berdasarkan ASTM D4318-93 (ASTM, 1987)
- 3) Distribusi ukuran butir berdasarkan ASTM D422-63 (ASTM, 1987)
- 4) Pengujian pemadatan dengan metode standar Proctor (ASTM D698)
- 5) Pengujian kapasitas pertukaran kation (*cation exchange capacity*)

#### *E. Pengujian sifat-sifat hidrolis Bentonit*

- 1) Pengujian kemampurembesan (permeabilitas) berdasarkan metode ASTM D 698 (ASTM, 1997)
- 2) Tegangan air pori negatif dengan menggunakan *chilled mirror hygrometer technique*

#### *F. Pengujian sifat-sifat mekanik Bentonit*

- 1) Pengujian geser dengan metode geser langsung dan unconfined test ASTM D 3080 dan ASTM 2166

### **4.3.2. Penelitian Tahap II**

#### *A. Proses kopolimerisasi kitosan-g-poli(asam akrilat)/bentonit*

Dilakukan dengan sistem batch dalam reaktor kapasitas 1 L seperti pada penelitian tahap pertama. Tahap ini merupakan lanjutannya yang dilakukan pada kondisi optimum (terbaik pada penelitian tahap pertama dan dilakukan penambahan bentonit dengan variasi polimer/ B adalah 1:20,1:40,1:60,1:80 dan 1:100.

### *B. Karakterisasi Superabsorben*

Karakterisasi meliputi swelling ratio, gugus fungsi dengan FTIR, analisa morfologi dengan SEM, ketahanan terhadap panas dengan TGA, kapasitas adsorpsi, % konversi.

### *C. Pengujian sifat-sifat fisik dan Kimia Bentonit-Superabsorben*

- 1) Pengujian berat jenis berdasarkan ASTM D 854 (ASTM, 1987)
- 2) Pengujian batas-batas Atterberg berdasarkan ASTM D4318-93 (ASTM, 1987)
- 3) Distribusi ukuran butir berdasarkan ASTM D422-63 (ASTM, 1987)
- 4) Pengujian pemadatan dengan metode standar Proctor (ASTM D698)
- 5) Pengujian kapasitas pertukaran kation (*cation exchange capacity*)

### *D. Pengujian sifat-sifat hidrolis Bentonit-Superabsorben*

- 1) Pengujian kemampurembesan (permeabilitas) berdasarkan metode ASTM D 698 (ASTM, 1997)
- 2) Tegangan air pori negatif dengan menggunakan *chilled mirror hygrometer technique*

### *E. Pengujian sifat-sifat mekanik Bentonit-Superabsorben*

- 1) Pengujian kemampumampatan berdasarkan metode ASTM D 2435 (ASTM, 1997)
- 2) Pengujian tekanan pengembangan tanah berdasarkan metode ASTM D 4546 (ASTM, 1997)
- 3) Pengujian geser dengan metode geser langsung dan unconfined test ASTM D 3080 dan ASTM 2166

## **4.3.3. Penelitian Tahap III**

### *A. Pencampuran Superabsorben dengan pasir*

Pencampuran superabsorbent kitosan graf poli (asam akrilat)/bentonit dengan pasir dilakukan pada pada berbagai rasio yaitu 5:95; 7,5:92,5; 10:90; 12,5:87,5 dan 15:85. Pasir yang digunakan dalam penelitian harus mempunyai syarat sebagai berikut:

- a. Partikel mineral : < 15% dari massa kering
- b. 50% diameter partikel (d50) : 0,15 – 0,7 mm
- c. Bahan organik : < 1,5% massa kering
- d. pH : 4,5 – 10
- e. Konduktifitas elektrik : <1000  $\mu$ S/cm
- f. Cl<sup>-</sup> : < 600 mg/kg massa kering
- g. Campuran lain : < 12%
- h. Kandungan air : 3,6 – 12,1%

#### *B.Karakterisasi Superabsorben*

Karakterisasi meliputi swelling ratio, gugus fungsi dengan FTIR, analisa morfologi dengan SEM, ketahanan terhadap panas dengan TGA, kapasitas adsorpsi, % konversi.

#### *C.Pengujian sifat-sifat fisik bentonite-superabsorben-polimer*

- 1) Pengujian berat jenis berdasarkan ASTM D 854 (ASTM, 1987)
- 2) Pengujian Batas plastis berdasarkan ASTM D4318-93 (ASTM, 1987) dan British standard BS 1377 (British Standards Institution, 1990)
- 3) Pengujian pemadatan dengan metode Proctor (ASTM D698 dan ASTM D1557)
- 4) Distribusi ukuran butir berdasarkan ASTM D422-63 (ASTM, 1987)

#### *D. Pengujian sifat-sifat hidrolis bentonite-superabsorben-polimer*

- 1) Pengujian kemampurembesan berdasarkan metode ASTM D 698 (ASTM, 1997)
- 2) Pemeriksaan hubungan antara kadar air dan tegangan air pori negatif dengan menggunakan metode ASTM D 5298-94.

#### *E.Pengujian sifat-sifat mekanik bentonite-superabsorben-polimer*

- 1) Pengujian kemampumampatan berdasarkan metode ASTM D 4546 (ASTM, 1997)

2) Pengujian geser dengan metode geser langsung dan unconfined test

*F. Pengujian lindi sampah*

Pengujian lindi sampah TPA Basirih yang terdiri dari BOD, TOC, COD, TSS, organik nitrogen, amonia nitrogen, nitrat, P Total, alkalinitas sbg  $\text{CaCO}_3$ , pH, total hardness sbg  $\text{CaCO}_3$ , Kalsium, Magnesium, K, Na, Cl, sulfat dan Fe total di Lab. Dasar MIPA Unlam

## BAB V

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 5.1. Isolasi kitosan dari kulit udang dan penentuan Derajat Deasetilasi (DD) kitosan

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit udang yang diperoleh dari perusahaan udang di Bati-bati. Kulit udang yang telah diperoleh dikeringkan dengan menjemurnya di bawah sinar matahari. Kulit udang tersebut di haluskan dengan blender, yang kemudian diayak dengan ukuran 60 mesh.

Umumnya keberadaan kitin di alam tidak terdapat dalam keadaan bebas, akan tetapi berikatan dengan protein, mineral, dan berbagai macam pigmen (zat warna) (Kaban, 2009), sehingga perlu dilakukan penghilangan komponen-komponen tersebut dari kitin. Isolasi kitin dari serbuk udang dalam penelitian ini dilakukan melalui proses kimiawi dengan menggunakan metode yang telah dilakukan Kim (2004) yaitu meliputi tahap deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi.

Proses deproteinasi dilakukan untuk menghilangkan protein dari kitin. Penghilangan kandungan protein (deproteinasi) dapat dilakukan dengan ekstraksi menggunakan NaOH 3,5% (w/v) dengan perbandingan 1 : 10 (w/v) pada temperatur 120<sup>0</sup>C selama 90 menit. Dengan penggunaan NaOH 3,5% menyebabkan kitin terdeproteinasi. Kandungan protein beberapa jenis udang umumnya berkisar antara 25-40 % (Kaban, 2009).

Dapat dilihat bahwa dengan menggunakan larutan NaOH berkisar antara 3,5 % dan suhu di bawah 120<sup>0</sup>C, efektif menghilangkan kandungan protein dalam kulit udang.

Selama proses deproteinasi berlangsung, protein yang terekstrak dalam bentuk Na-proteinat, dimana ion Na<sup>+</sup> mengikat ujung rantai protein yang bermuatan negatif sehingga mengendap (Rochima, 2005). Protein yang telah diikat oleh Na<sup>+</sup>, dihilangkan dengan mencuci dengan akuades. Proses pencucian juga bertujuan untuk menghilangkan NaOH yang mungkin masih tersisa dalam residu, hingga pH-nya netral.

Selain protein, komponen lain yang terdapat pada serbuk udang adalah mineral. Mineral yang umumnya terdapat pada kitin adalah CaCO<sub>3</sub>. Mineral kalsium karbonat pada kulit udang lebih mudah dipisahkan dibandingkan protein, karena garam anorganik ini hanya terikat secara fisika. Demineralisasi secara konvensional umumnya dilakukan melalui ekstraksi dengan asam klorida encer hingga 10,0% pada temperatur ruang dengan pengadukan untuk melarutkan kalsium karbonat menjadi kalsium klorida (Wijaya, 2007).

Proses demineralisasi pada penelitian ini dilakukan dengan menambahkan larutan HCl 1 M dengan perbandingan 1:10 (w/v), yang didiamkan selama 60 menit pada suhu kamar. Apabila digunakan konsentrasi asam yang lebih tinggi dan waktu perendaman yang lebih lama, akan menyebabkan kitin terdegradasi.

Senyawa kalsium pada proses ini akan bereaksi dengan asam klorida menghasilkan kalsium klorida yang larut dalam air, gas CO<sub>2</sub> dan air. Reaksi yang berlangsung pada proses ini terlihat dari reaksi (2.1) dan (2.2). Gas karbondioksida yang terbentuk saat proses

berlangsung dapat terlihat dari gelembung udara yang timbul saat bahan dicampurkan. Kalsium klorida yang terbentuk akan terlarut pada proses pencucian dengan akuades. Setelah melewati tahap deproteinasi dan demineralisasi, sudah didapatkan kitin dari serbuk udang.

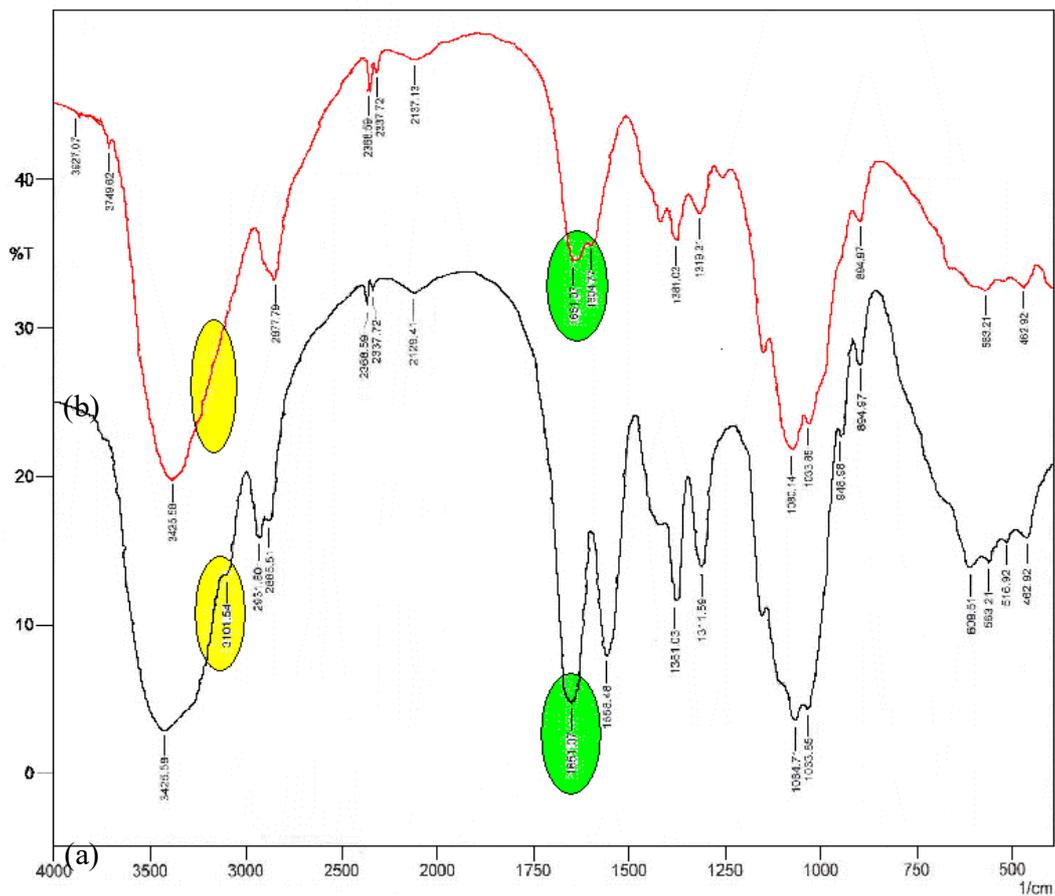
Kitin merupakan suatu polimer yang tersusun dari monomer N-asetilglukosamin. Sedangkan kitosan merupakan kitin yang dihilangkan gugus asetilnya. Proses transformasi kitin menjadi kitosan dilakukan melalui proses deasetilasi yang dapat memutuskan ikatan antara gugus asetil dengan gugus nitrogen sehingga menjadi gugus amino ( $\text{NH}_2$ ). Proses deasetilasi dapat dilakukan dengan menggunakan natrium hidroksida dengan konsentrasi tinggi dan waktu deasetilasi yang lama (Wijaya, 2007).

Ada empat faktor penting yang berperan dalam proses deasetilasi kitin menjadi kitosan, diantaranya adalah suhu (temperatur), konsentrasi larutan alkali, waktu reaksi, dan perbandingan massa kitin dan volume larutan alkali. Keempat faktor ini jugalah yang menjadi faktor penentu derajat deasetilasi kitosan.

Proses deasetilasi kitin menjadi kitosan pada penelitian ini, dilakukan menggunakan larutan alkali berupa larutan NaOH dengan konsentrasi 50% (w/v) secara bertahap. Selama proses deasetilasi berlangsung, terjadi reaksi hidrolisis kitin, konsentrasi larutan NaOH yang digunakan semakin lama semakin berkurang hal ini menyebabkan reaktivitasnya semakin berkurang hingga semakin kurang efektif sebagai agen pendeasetilasi. Dengan melakukan regenerasi larutan NaOH, maka reaktivitas NaOH untuk

mendeasetilasi kitin kembali efektif. Sehingga semakin banyak gugus asetil terpotong dari struktur kitin dan membentuk  $\text{NH}_2$ .

Kitosan memiliki gugus hidroksil dan amina yang dapat memberi jembatan hidrogen secara intermolekuler atau intramolekuler. Dengan demikian terbentuk jaringan hidrogen yang kuat, membuat kitosan tidak larut dalam air. Adanya gugus fungsi dari kitosan yaitu gugus hidroksil dan gugus amina membuatnya mudah dimodifikasi secara kimia.



Gambar 5.1 Spektrum inframerah (a) kitin (b) kitosan

Interpretasi hasil FTIR dari kitin dan kitosan dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut.

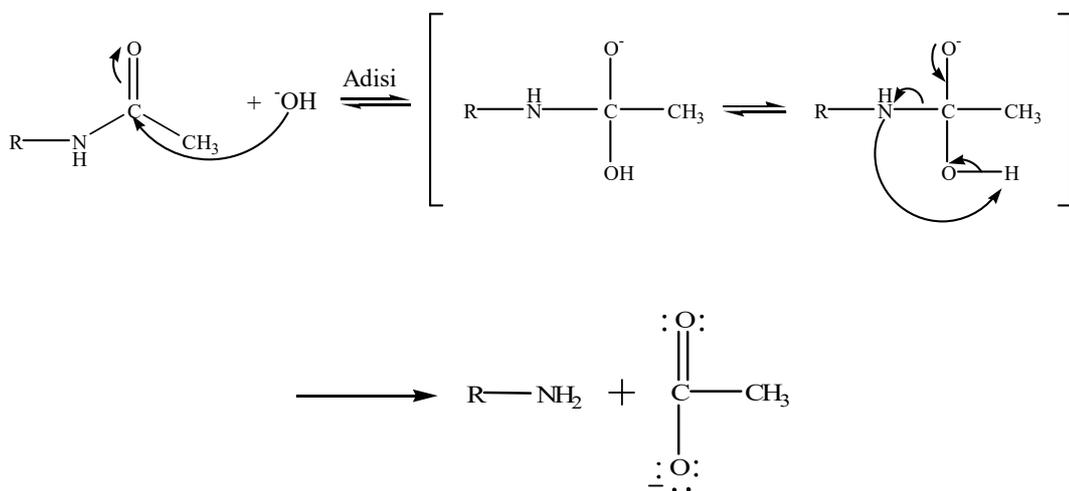
Tabel 5.1. Data serapan FTIR karakteristik untuk kitin dan kitosan

Jenis vibrasi	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )	
	kitin	kitosan
OH <i>stretching</i>	3500	3450, 3340
NH(-NH <sub>2</sub> ) <i>stretching</i>	-	3400
NH (-NHCOCH <sub>3</sub> ) <i>stretching</i>	3265, 3100	-
CH (CH <sub>3</sub> ) <i>stretching</i>	2961 (lemah)	-
CH (-CH <sub>2</sub> -) <i>stretching asym</i>	2928	2926
CH (-CH <sub>2</sub> -) <i>stretching asym</i>	2871	2864
C=O (-NHCOCH <sub>3</sub> -) <i>stretching</i>	1655	1650 (lemah)
NH (-NHCOCH <sub>3</sub> -) <i>bending</i>	1560	-
CN (-NHCOCH <sub>3</sub> -) <i>stretching</i>	1310	-
NH (R-NH <sub>2</sub> ) <i>bending</i>	-	1596
CN <i>stretching</i>		1200-1020
CH (-CH <sub>2</sub> -) <i>bending asym</i>	1426	1418
CH (-CH <sub>2</sub> -) <i>bending sym</i>	1378	1377
C-O (-C-O-C) <i>stretching asym</i>	1077	1082
C-O (-C-O-C-) <i>stretching sym</i>	1024	1033

\*Wiyarsih (2008)

Berdasarkan spektrum inframerah pada Gambar 5.1 terlihat adanya beberapa puncak utama antara lain pada bilangan gelombang  $3425,58\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur-OH yang memiliki ikatan hidrogen sehingga puncaknya melebar. Serapan yang khas untuk gugus  $\text{-C=O}$  yang berasal dari gugus asetamida pada kitin ditunjukkan pada bilangan gelombang  $1651,07\text{ cm}^{-1}$  dan diperkuat oleh serapan pada panjang gelombang  $1311,59\text{ cm}^{-1}$ ;  $1064,71\text{ cm}^{-1}$ ;  $1033,85\text{ cm}^{-1}$  yang ditimbulkan oleh ikatan  $\text{-C-N}$  (serapan dari  $1350\text{ cm}^{-1}$  dan  $2885,51\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan rentangan C-H dari

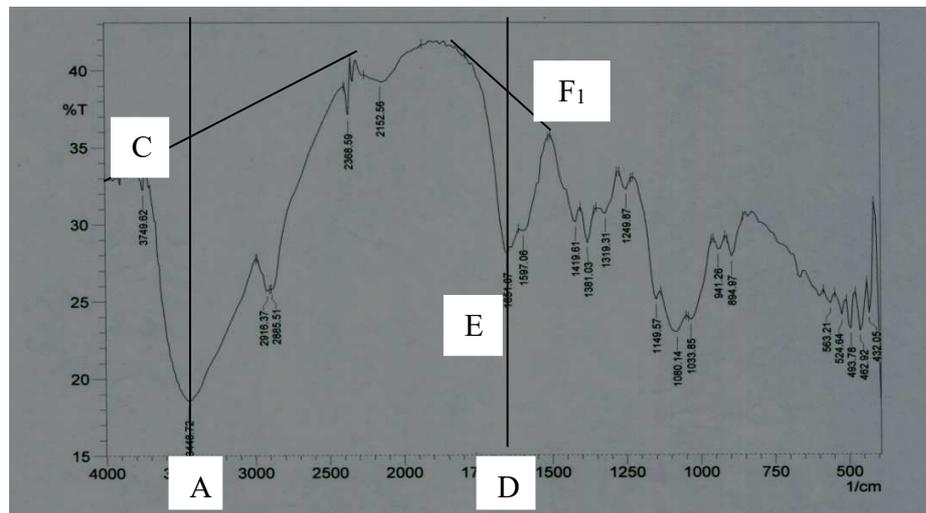
Secara umum, kitosan adalah kitin yang mengalami proses penghilangan gugus asetil (deasetilasi). Proses transformasi ini dilakukan dengan menambahkan larutan alkali berkonsentrasi tinggi (Marganof, 2003). Kitin yang diperoleh pada penelitian ini dideasetilasi dengan menambahkan NaOH 50% pada suhu  $120^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Reaksi deasetilasi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 5.2. berikut :



Gambar 5.2. Reaksi asetamida dengan basa kuat (Fessenden, 1994)

Pada Gambar 5.1 diatas, dapat dilihat bahwa kitosan yang diperoleh juga mengandung gugus –OH yang ditunjukkan oleh hasil serapan pada bilangan gelombang 3425,58  $\text{cm}^{-1}$ , ada kemungkinan terjadinya tumpang tindih pada serapan tersebut dengan serapan untuk amina primer yang merupakan situs aktif pada kitosan, karena amina primer akan menimbulkan serapan pada bilangan gelombang 3200 – 3400  $\text{cm}^{-1}$ . pada bilangan gelombang 1033,85  $\text{cm}^{-1}$  muncul serapan yang ditimbulkan oleh vibrasi uluran ikatan –C-N, yang berasal dari amina pada kitosan, dan dikuatkan dengan serapan pada bilangan gelombang 1604,77  $\text{cm}^{-1}$  yang diakibatkan oleh bengkokan –N-H dari amina primer. Gugus asetamida yang masih tersisa pada kitosan ditunjukkan oleh serapan pada bilangan gelombang 1651,07  $\text{cm}^{-1}$ , serapan pada bilangan gelombang 2877,79  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan rentangan C-H dari alkana.

Penentuan Derajat Deasetilasi (DD) dari kitosan dilakukan dengan menggunakan Gambar 5.3 dan persamaan berikut ini.



Gambar 5.3. Penentuan Derajat Deasetilasi (DD) Kitosan

A1655: merupakan  $\lambda$  pada 1655 yang menunjukkan gugus amina yang belum terdegradasi

(R-NH-R) yaitu gugus yang terikat pada asetil

A3450: merupakan  $\lambda$  pada 3450 yang menunjukkan gugus OH

Diketahui : AB = 1,4 cm

AC = 7,7 cm

DE = 5 cm

DF<sub>1</sub> = 9 cm

Sehingga:

$$A_{1655} = \log \frac{DF_1}{DE}$$

$$A_{3425} = \log \frac{AC}{AB}$$

$$A_{1655} = \log \frac{9 \text{ cm}}{5 \text{ cm}}$$

$$A_{3425} = \log \frac{7,7 \text{ cm}}{1,4 \text{ cm}}$$

$$A_{1655} = 0,255$$

$$A_{3425} = 0,740$$

$$DD = 100 - \left[ \left( \frac{A_{1655}}{A_{3450}} \right) \times 100 / 1,33 \right]$$

$$DD = 100 - \left[ \left( \frac{0,255}{0,740} \right) \times 100 / 1,33 \right]$$

$$DD = 100 - 25,94 = 74,06$$

## 5.2 Proses Sintesis Polimer Superabsorben

Preparasi terhadap cangkang udang dengan metode didemineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi menghasilkan kitosan, kitosan inilah yang dijadikan bahan baku pembuatan

superabsorben. Kitosan sebagai bahan dasar penguat daya absorpsi dicangkokkan pada monomer asam akrilat yang kemudian didapat superabsorben.

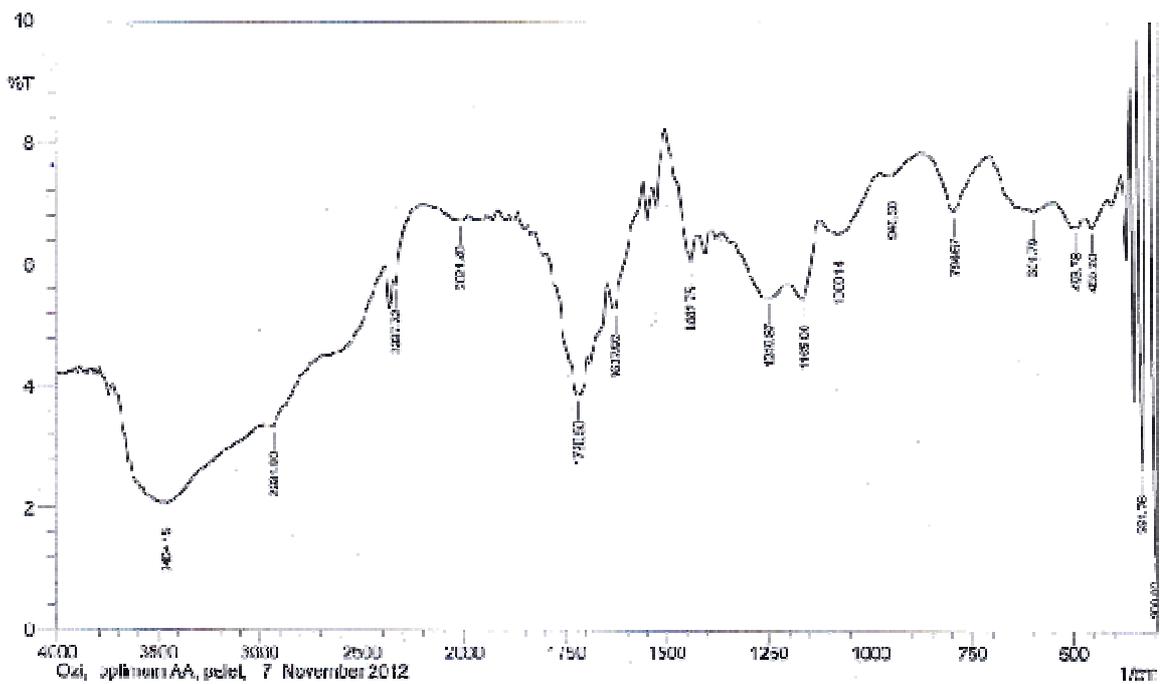
Kitosan disuspensikan dalam larutan asam asetat 1% dan dipanaskan hingga temperatur 60<sup>0</sup>C, pelarutan kitosan dengan menggunakan pelarut asam asetat sifat kitosan hanya dapat larut dalam asam encer, seperti asam asetat. Adanya gugus karboksil dalam asam asetat akan memudahkan pelarutan kitosan karena terjadinya interaksi hidrogen antara gugus karboksil dengan gugus amina dari kitosan. Kitosan yang telah bereaksi dengan asam asetat kemudian dialiri gas nitrogen selama 30 menit. Tujuan dari pemanasan dan pengaliran gas nitrogen ini adalah untuk menghilangkan gas oksigen yang terlarut dalam suspensi tersebut agar tidak mengganggu jalannya proses polimerisasi. Pada proses polimerisasi, yaitu pada tahapan inisiasi, keadaannya harus bebas dari oksigen supaya tidak terbentuk radikal peroksida yang dapat menjadi penghambat pada proses pencangkokkan selulosa terhadap asam akrilat.

Tahapan selanjutnya adalah menambahkan inisiator yaitu kalium persulfat ke dalam suspensi tersebut pada saat temperatur 60<sup>0</sup>C. Inisiator APS merupakan pembentuk radikal bebas. Radikal bebas yang dihasilkan oleh inisiator adalah radikal anion sulfat yang dapat menginisiasi gugus OH pada selulosa untuk melakukan pemicuan propagasi. Kemudian ditambahkan asam akrilat dan agen pengikat silang MBA ke dalam suspensi tersebut. Suspensi diaduk terus-menerus selama 3 jam dan suhu pemanasan dijaga agar konstan 60<sup>0</sup>C.

Setelah proses polimerisasi berakhir, polimer superabsorben yang dihasilkan kemudian direndam dengan metanol selama 24 jam, kemudian dikeringkan kembali hingga

berat konstan pada suhu 60°C selama 24 jam. Tujuan perendaman dengan etanol adalah untuk melarutkan zat yang tidak ikut bereaksi. Zat tersebut dapat berpengaruh terhadap karakteristik polimer superabsorben serta kemampuan penyerapannya.

Superabsorben selanjutnya dianalisis dengan menggunakan metode spektroskopi FTIR yang berfungsi untuk memberikan informasi mengenai gugus fungsi apa saja yang ada pada biomassa. Adapun spektrum inframerah dari Superabsorben ditampilkan pada Gambar 5.4. berikut.

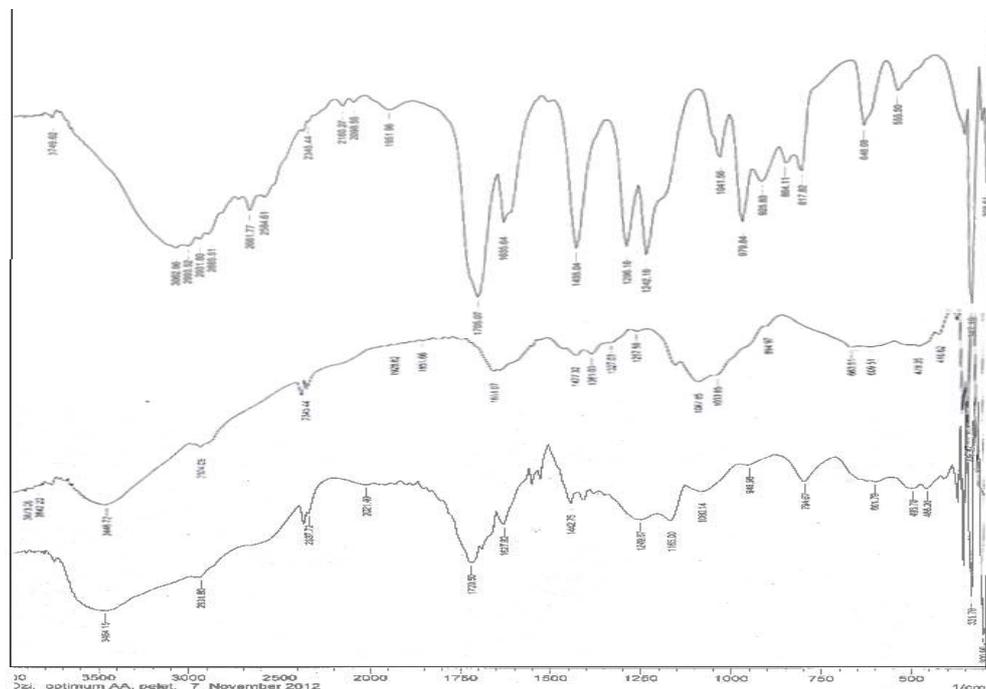


Gambar 5.4. FTIR dari supraabsorben

Berdasarkan spektrum FTIR dari supraabsorben yang ditunjukkan pada Gambar 5.4 memperlihatkan adanya beberapa puncak-puncak 3464,15  $\text{cm}^{-1}$  serapan pada bilangan gelombang yang dihasilkan dari superabsorben. Pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang 3448,72  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi ulur  $\text{-OH}$ . Kemudian pada bilangan

gelombang  $2931,80\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi ulur dari C-H. Pita serapan pada bilangan gelombang  $1720,50\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi ulur dari C=O pada lignin, sedangkan  $1627,92\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi ulur dari C=C aromatik. Pita serapan pada bilangan gelombang  $1442,75\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi tekuk C-C. Pada bilangan gelombang  $1249,87\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi ulur C-O. Sedangkan pada bilangan gelombang  $794,67\text{ cm}^{-1}$ ;  $60179\text{ cm}^{-1}$ ;  $455,20\text{ cm}^{-1}$ ; dan  $331,76\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi tekuk C-H luar bidang.

Pada penelitian ini di lakukan pengujian FTIR pada ketiga sampel yaitu kitosan, AA dan superabsorbent yang dihasilkan. Hal ini bertujuan untuk melihat apakah sintesis berhasil atau tidak.



Gambar 5.5 . Spektrum FTIR (A) Kitosan, (B) AA dan (C) Supeabsorben

Berdasarkan spektrum FTIR dari (A) Kitosan, (B) AA dan (C) Supeabsorben pada Gambar 5.5 memperlihatkan adanya perbedaan gugus dan perbedaan beberapa puncak serapan pada bilangan gelombang yang ditunjukkan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Data Spektrum FTIR Kitosan, AA dan Supeabsorben.

Spektrum Kitosan ( $\text{cm}^{-1}$ )	Spektrum AA ( $\text{cm}^{-1}$ )	Spektrum Superabsorben ( $\text{cm}^{-1}$ )	Keterangan
3448,72	3062,96	3448,72	Menunjukkan gugus fungsi O-H dari gugus hidroksil kitosan
2904,09	2931,8	2931,80	Menunjukkan gugus fungsi C-H pada gugus metil atau metilen
1651,07	1705,07;	1720,50	Menunjukkan adanya vibrasi ulur dari C=O dari gugus karbonil;
1651,07	1635,04	1627,92	Menunjukkan gugus fungsi C=C
1427,32	1435,04	1442,75	Menunjukkan adanya vibrasi ulur dari C-C dari rantai polipropilena
1257,58	1242,16	1249,87	Menunjukkan adanya vibrasi C-O
		1165	Menunjukkan adanya serapan C-C, C-OH dan C-O-C

Spektrum FTIR Supeabsorben hasil sintesis memiliki pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang  $3448,72 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya vibrasi dari -OH dari gugus hidroksil kitosan. Gugus -OH ini berasal dari kitosan memiliki bilangan gelombang

gugus -OH dari kitosan sebesar  $3448,72\text{ cm}^{-1}$ . Puncak serapan pada bilangan gelombang  $2904,09\text{ cm}^{-1}$  dicirikan sebagai vibrasi ulur C-H pada gugus metil yang terdapat pada kitosan, sedangkan pada AA dan superabsorben sebesar  $1705,07\text{ cm}^{-1}$ . dan  $1720,50\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini mengalami pergeseran sedikit dan meningkatnya intensitas gelombang

Pada hasil FTIR superabsorben yang dianalisis ini terlihat adanya gugus C=C yang muncul. Berdasarkan beberapa literatur terkait superabsorben pada sintesis superabsorben tidak lagi ditemukan C=C. Pada penelitian ini C=C muncul pada bilangan gelombang  $1249,87\text{ cm}^{-1}$ , hal ini dapat terjadi karena ikatan C=C kitosan pada bilangan gelombang  $1257,58\text{ cm}^{-1}$ , tidak semuanya bereaksi sehingga masih ada tersisa ikatan C=C kitosan, reaksi yang tidak sempurna ini dikarenakan reaksi sintesis tidak berjalan dengan sempurna dikarenakan suhu yang digunakan belum optimum untuk menjalankan sintesis, selain itu C=C muncul karena adanya C=C pada AA yang berlebih akibat kekurangan MBA untuk berikatan silang. Akan tetapi intensitas C=C pada superabsorben jauh berkurang, dimana C=C superabsorben muncul pada bilangan gelombang  $1249,87\text{ cm}^{-1}$  dengan intensitas yang rendah yaitu sebesar 5,829, bila dibandingkan dengan kitosan dan AA yang muncul pada panjang gelombang  $1651,07\text{ cm}^{-1}$  dengan intensitas 30,328 dan  $1635,04\text{ cm}^{-1}$  dengan intensitas 19,059.

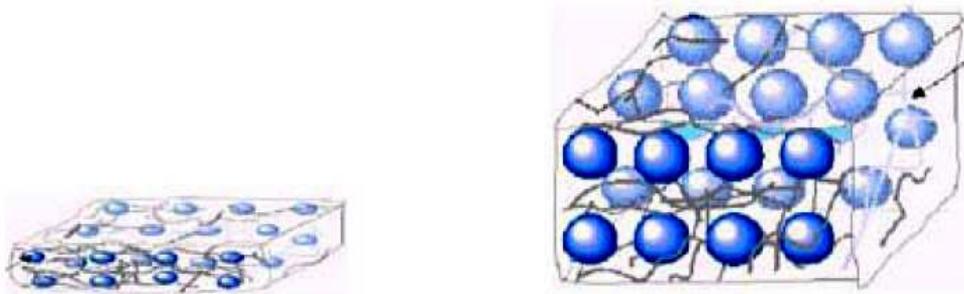
### **5.3 Analisis Kapasitas Absorpsi Superabsorben**

Penentuan kapasitas absorpsi superabsorben dilakukan untuk mengetahui kualitas superabsorben yang telah disintesis, dimana kemampuan absorpsi ini memiliki peranan

penting dalam menentukan kualitas dari super absorben yang telah dibuat. Uji coba dilakukan dengan merendam 0,03 gram soperabsorben selama 24 jam pada air.

Pada ujicoba ini absorpsi ini air akan terdifusi oleh polimer superabsorben karena adanya gugus hidrofilik. Setelah mencapai tahap kesetimbangan, air yang terserap akan terikat dengan gugus karboksilat membentuk ikatan hidrogen. Pada akhirnya air yang terserap akan tetap tertahan pada polimer superabsorben sehingga polimer mengalami pengembangan.

Setelah mencapai tahap kesetimbangan, air yang terserap akan terikat dengan gugus karboksilat membentuk ikatan hidrogen. Pada akhirnya air yang terserap akan tetap tertahan pada polimer superabsorben sehingga polimer mengalami pengembangan.



Gambar 5.6. Proses pengembangan polimer superabsorben (Swantomo *et al.*,2008)

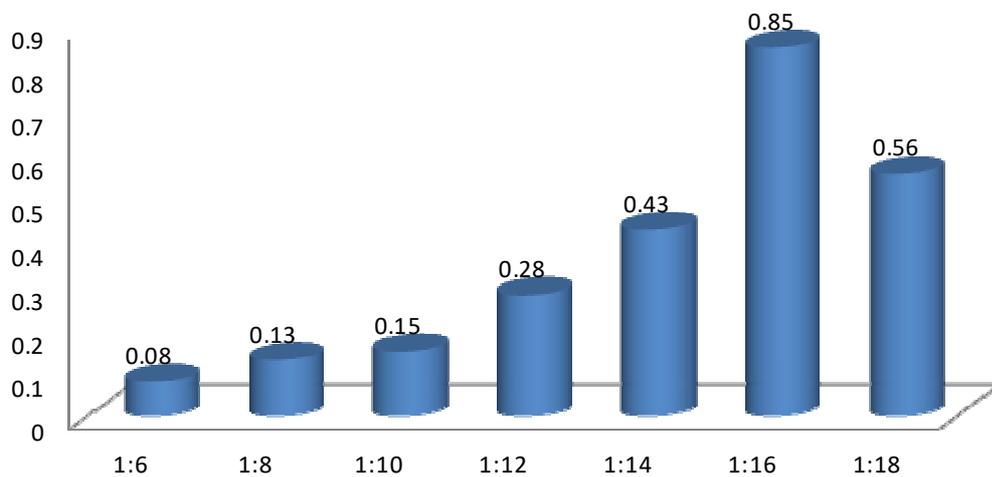
Pada sintesis, uji kapasitas dan *ratio swelling* terdiri dari tiga variasi perlakuan, yaitu

1. Variasi perbandingan kitosan dengan asam akrilat, yang terdiri dari perbandingan 1:6, 1:8, 1:10, 1:12, 1: 14 dan 1: 16.

2. Variasi suhu sintesis, yang dikaukan pada suhu 50, 60, 70, 75, 80, dan 85°C.
3. Variasi pengikat silang MBA, yang terdiri dari 1 %; 1,25 %; 1,5 %; 1,75% , 2,0%; 2,25 dan 2,50 dari perbandingan AA dengan kitosan yaitu 1:16.

Hasil uji kapasitas absorpsi superabsorben pada variasi perbandingan kitosan dengan asam akrilat (AA) , yang terdiri dari perbandingan 1:6, 1:8, 1:10, 1:12, 1: 14 dan 1: 16, terlihat pada gambar berikut.

Kapasitas  
Absorpsi



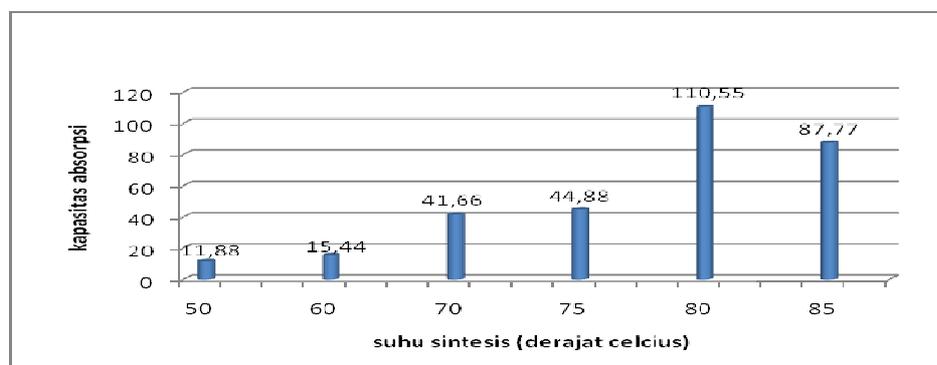
Gambar 5.7. Hubungan rasio kitosan dengan AA terhadap kapasitas absorpsi superabsorben

Superabsorben yang disintesis pada penelitian ini diuji kapasitas absorpsi air berdasarkan pengaruh perbedaan rasio AA yang ditambahkan terhadap berat kitosan yang digunakan. Berdasarkan data hasil yang didapatkan seperti tampak pada grafik 1, polimer superabsorben dengan perbandingan kitosan dan AA sebesar 1:16 (AA 8 g) mempunyai nilai kapasitas absorpsi air paling besar yakni 0,86 g/g terhadap berat kering polimer superabsorben dibandingkan polimer superabsorben sintesis yang lain

Berdasarkan Gambar 5.7. terlihat bahwa kapasitas serapan air meningkat seiring meningkatnya penambahan AA. Namun penambahan AA mencapai titik puncak pada AA 8 gram dan mengalami penurunan pada polimer superabsorben dengan perbandingan kitosan dan AA sebesar 1:18 (AA 9 g). Turunnya kemampuan daya serap air oleh superabsorben yang disintesis disebabkan oleh kerapatan struktur polimer superabsorben yang semakin meningkat. Sehingga membuat ruangan untuk tempat air yang masuk menjadi berkurang yang mana sesuai dengan Teori Jaringan Flory (Anah *et al.*, 2010).

Polimer superabsorben sintesis selain memiliki struktur jaringan tiga dimensi antara asam akrilat dengan selulosa, gugus-gugus hidrofilik yang dimiliki monomer dan selulosa juga ikut berperan dalam proses penyerapan air. Semakin banyak gugus hidrofilik yang ada pada polimer dan kerapatan ruang yang tidak terlalu tinggi maka semakin banyak air yang mampu diserap oleh polimer.

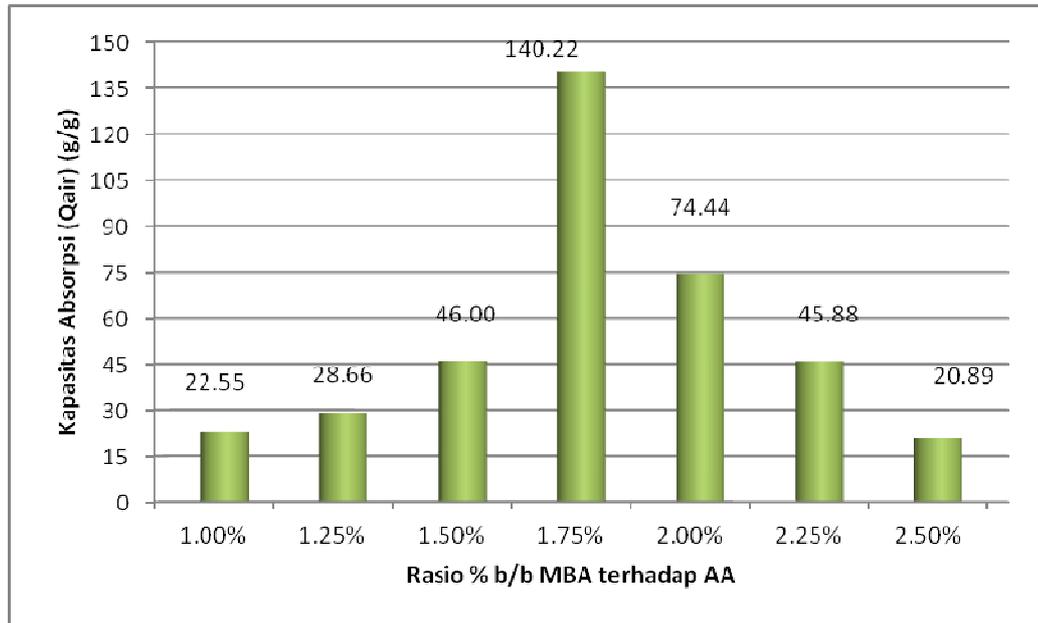
Hasil yang didapatkan, polimer superabsorben pada variasi suhu yaitu 50, 60, 70, 75, 80 dan  $^{\circ}\text{C}$  , terlihat pada Gambar 5.8



Gambar 5.8. Grafik hubungan variasi suhu sintesis dengan kapasitas absorpsi air

Berdasarkan gambar di atas terlihat bahwa kapasitas absorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya suhu pada saat sintesis. Namun ketika suhu  $85^{\circ}\text{C}$  mengalami penurunan. Polimer superabsorben dengan suhu sintesis  $80^{\circ}\text{C}$  mempunyai nilai absorpsi yang paling besar yakni 110,55 dibandingkan dengan polimer superabsorben dengan suhu sintesis yang lainnya. Polimer superabsorben dengan suhu sintesis  $50\text{-}75^{\circ}\text{C}$  memiliki nilai absorpsi yang lebih kecil. Ketika suhu sintesis terlalu rendah maka proses polimerisasi kurang berjalan dengan baik dan menyebabkan jaringan polimer tidak terbentuk secara efisien sehingga berpengaruh terhadap kemampuan penyerapannya. Sedangkan polimer superabsorben dengan suhu sintesis di atas  $80^{\circ}\text{C}$  yaitu suhu  $85^{\circ}\text{C}$  menunjukkan turunnya daya absorpsi air.

Hasil dari sintesis ini diuji kapasitas absorpsinya berdasarkan pengaruh perbedaan rasio berat AA yang digunakan terhadap persen berat MBA yang ditambahkan. Berdasarkan data hasil yang didapatkan seperti yang terlihat pada Gambar 5.9, polimer superabsorben dengan rasio 1,75 % berat MBA terhadap berat AA mempunyai nilai kapasitas absorpsi air yang paling besar, yaitu 140,22 g/g terhadap berat kering polimer superabsorben jika dibandingkan dengan hasil sintesis polimer superabsorben yang lainnya. Hal ini jelas bahwa pada penambahan rasio MBA 1,75% struktur jaringan yang terbentuk bertambah menjadi lebih banyak dan lebih kuat sehingga ruangan untuk tempat masuknya air bertambah dan air yang masuk pun dapat tertahan lebih lama.



Gambar 5.9 Grafik hubungan variasi persen berat MBA terhadap berat AA dengan kapasitas absorpsi air

Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa dengan berbagai konsentrasi MBA, yaitu 1 %; 1,25 %; 1,5 %; 1,75% menunjukkan kemampuan kapasitas absorpsi air yang cenderung meningkat. Selanjutnya jika konsentrasi agen pengikat silang MBA terus ditingkatkan sampai 2,5 % maka menunjukkan kapasitas absorpsi air yang mengalami penurunan. Terjadinya penurunan seperti ini disebabkan karena pada polimer tersebut banyak terbentuk jaringan yang lebih rapat sehingga pori-pori yang terbentuk pun menjadi lebih kecil sehingga akan menyebabkan polimer superabsorben tersebut menjadi susah untuk menangkap cairan dan struktur dari polimer tersebut susah untuk mengembang karena strukturnya yang kaku.

Seperti yang telah dijelaskan pada paragraf di atas polimer superabsorben pada rasio 1,75% yang memiliki kapasitas absorpsi air maksimum, yaitu sebesar 140,22 g/g dan mengalami penurunan yang jauh pada saat MBA ditingkatkan. Hal ini terbukti bahwa

kenaikan konsentrasi MBA sebagai agen pengikat silang akan memberikan kenaikan kapasitas absorpsi airnya, akan tetapi jika konsentrasi terus ditingkatkan maka akan mengalami kecenderungan penurunan kembali kapasitas absorpsi airnya. Fenomena ini terjadi akibat bertambahnya titik ikatan silang selama polimerisasi yang menyebabkan pembentukan jaringan menjadi bertambah dan hal ini membuat ruangan untuk tempat air yang masuk menjadi berkurang yang mana hal ini sesuai dengan teori jaringan Flory (Wang *et al.*, 2007). Polimer superabsorben sintesis selain memiliki struktur jaringan tiga dimensi antara asam akrilat dengan kitosan, gugus-gugus hidrofilik yang dimiliki monomer dan kitosan juga ikut berperan dalam proses penyerapan air. Semakin banyak gugus yang ada pada polimer dan kerapatan ruang yang tidak terlalu tinggi maka semakin banyak air yang mampu diserap oleh polimer.

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dilaporkan bahwa saat polimer superabsorben pada rasio % berat MBA 1% mengalami kapasitas absorpsi air maksimum, yaitu sebesar 450 g/g dan 540 g/g. Wang *et al.* (2007 & 2009), dan pada saat rasio % berat MBA 2,5% mengalami kapasitas absorpsi air sebesar 240 g/g (Wang *et al.*, 2007). Pada ketiga hasil tersebut kapasitas absorpsi air yang dimiliki cukup besar dikarenakan pada proses sintesisnya dilakukan penambahan material lain seperti attapulgit, sodium humat, dan poli (vinil alkohol). Namun jika dilihat dari rasio perbandingan berat superabsorben dalam keadaan menyerap air (swelling) tanpa penambahan material tersebut serapan yang dihasilkan sebesar 130 g/g, (Wang *et al.*, 2007) dan 280 g/g (Wang *et al.*, 2009).

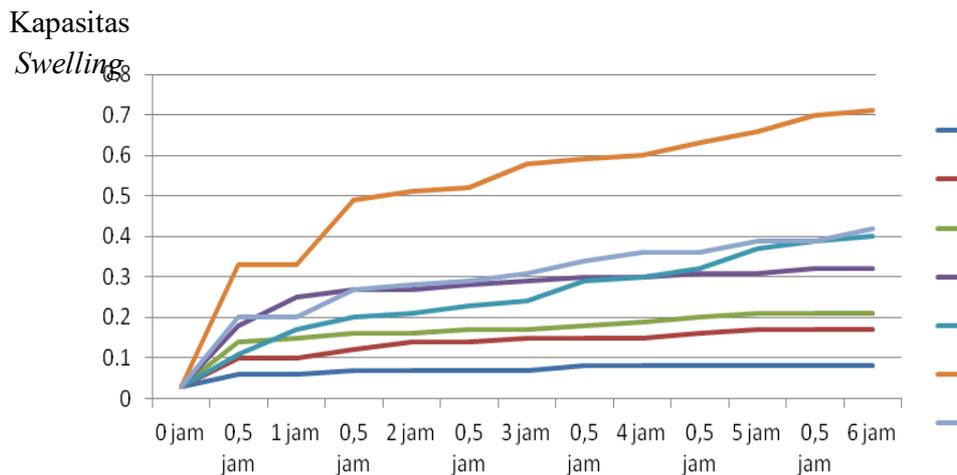
Jika dilihat dari hasil (swelling) terhadap berat keringnya, rasio swelling juga merupakan salah satu parameter utama dari superabsorben untuk pengujian suatu bahan

sebagai absorben. Fungsi lama waktu perendaman terhadap rasio swelling superabsorben dalam air hasil penambahan % berat MBA terhadap berat AA hingga 2,5% dapat dilihat pada Gambar 5.10. Terlihat bahwa semakin lama waktu (hingga 6 jam) perendaman superabsorben, rasio swelling meningkat dan mencapai keadaan optimum untuk superabsorben dengan variasi % berat MBA 1,75% mengalami waktu optimum pada 270-360 menit. Rasio swelling superabsorben hasil sintesis ini relatif lebih besar dibandingkan rasio swelling superabsorben pada penambahan MBA lainnya. Seperti yang telah dijelaskan di atas hal ini terjadi disebabkan dengan bertambahnya jumlah MBA, kerapatan ikatan silang dalam superabsorben meningkat sehingga daya difusi air ke dalam jaringan superabsorben berkurang dan menyebabkan rasio swelling superabsorben relatif turun.

#### **5.4. Pengujian rasio *swelling* polimer superabsorben**

Pada penelitian ini dilakukan analissi mengenai kemampuan *swelling* superabsorben yang telah disintesis. Hal ini dilakukan untuk menguji seberapa besar kemampuan superabsorben yang telah disintesis dalam menyerap air setiap 30 menit sekali selama 6 jam dan juga mengetahui pengaruh rasio AA terhadap kemampuan swelling superabsorbent.

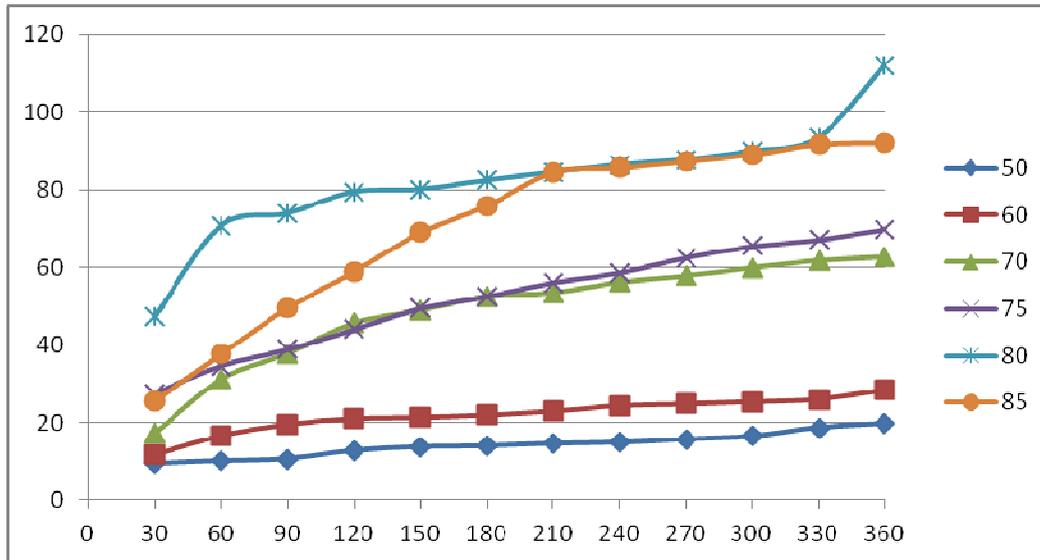
Hasil rasio swelling untuk variasi perbandingan kitosan dengan asam akrilat terlihat pada Gambar 5.10. berikut.



Gambar 5.10. Grafik hubungan rasio AA terhadap rasio *swelling* superabsorben

Berdasarkan data hasil uji coba terhadap kemampuan *swelling* superabsorben didapat bahwa semakin meningkat jumlah AA yang di gunakan maka kemampuan *swelling* superabsorben juga meningkat. Kemampuan *swelling* yang terus meningkat hingga mencapai titik puncak pada polimer superabsorben dengan perbandingan kitosan dan AA sebesar 1:16 (AA 8 g). Superabsorben dengan AA 8 gram memiliki kemampuan *swelling* yang paling baik. Apa bila rasio AA terus ditingkatkan akan mengalami penurunan. Dengan demikian terbukti bahwa kenaikan konsentrasi pengikat silang akan memberikan kenaikan *swelling ratio*, tetapi jika konsentrasinya terus ditingkatkan maka memberikan kecenderungan penurunan kembali *swelling ratio*.

Pengujian rasio *swelling* polimer superabsorben berdasarkan pengaruh variasi suhu yang digunakan pada saat sintesis, dapat dilihat pada Gambar 5.11 berikut.

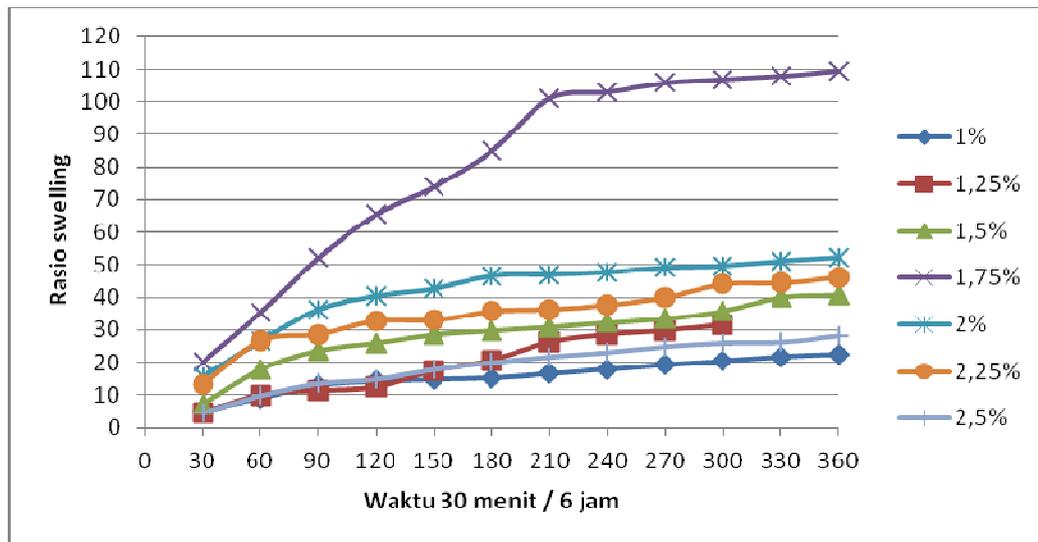


Gambar 5.11. Grafik variasi suhu sintesis dengan rasio *swelling* pada air

Berdasarkan grafik di atas terlihat bahwa penyerapan dalam air meningkat seiring meningkatnya suhu sintesis polimer superabsorben. Polimer superabsorben dengan suhu sintesis 80°C memiliki nilai rasio *swelling* yang paling besar yakni 114,66 g/g terhadap berat kering polimer superabsorben dibandingkan dengan polimer superabsorben dengan suhu sintesis yang lainnya. Polimer superabsorben dengan suhu sintesis di bawah 80°C yakni 50-75°C memiliki nilai rasio *swelling* yang lebih kecil. Sedangkan pada polimer superabsorben dengan suhu sintesis di atas 80°C yakni suhu 85°C mengalami penurunan nilai rasio *swelling*.

Penelitian Anah *et al.*, 2010 memberi hasil bahwa kopolimerisasi AA dengan karboksimetil selulosa (CMC) dengan monmorillonit menunjukkan hasil terbaik pada proses dengan suhu 90°C. sedangkan penelitian Liu *et al.*, 2009 memberi hasil bahwa kopolimerisasi AA dengan polisakarida seperti CMC, pati, kitosan menunjukkan hasil terbaik pada proses dengan suhu 75°C.

Hasil rasio swelling superabsorben berdasarkan variasi penambahan pengikatsilang MBA dalam air hasil penambahan % berat MBA terhadap berat AA hingga 2,5% dapat dilihat pada Gambar 5.12, terlihat bahwa semakin lama waktu (hingga 6 jam) perendaman superabsorben, rasio swelling meningkat dan mencapai keadaan optimum untuk superabsorben dengan variasi % berat MBA 1,75% mengalami waktu optimum pada 270-360 menit. Rasio swelling superabsorben hasil sintesis ini relatif lebih besar dibandingkan rasio swelling superabsorben pada penambahan MBA lainnya. Seperti yang telah dijelaskan di atas hal ini terjadi disebabkan dengan bertambahnya jumlah MBA, kerapatan ikatan silang dalam superabsorben meningkat sehingga daya difusi air ke dalam jaringan superabsorben berkurang dan menyebabkan rasio swelling superabsorben relatif turun.



Gambar 5.12. Grafik pengaruh lama waktu perendaman dalam akuades terhadap rasio swelling superabsorben hasil sintesis dengan penambahan % berat MBA terhadap AA.

## **5.5. Sifat Fisik, Kimia, Mekanik, dan Hidraulik Bentonit**

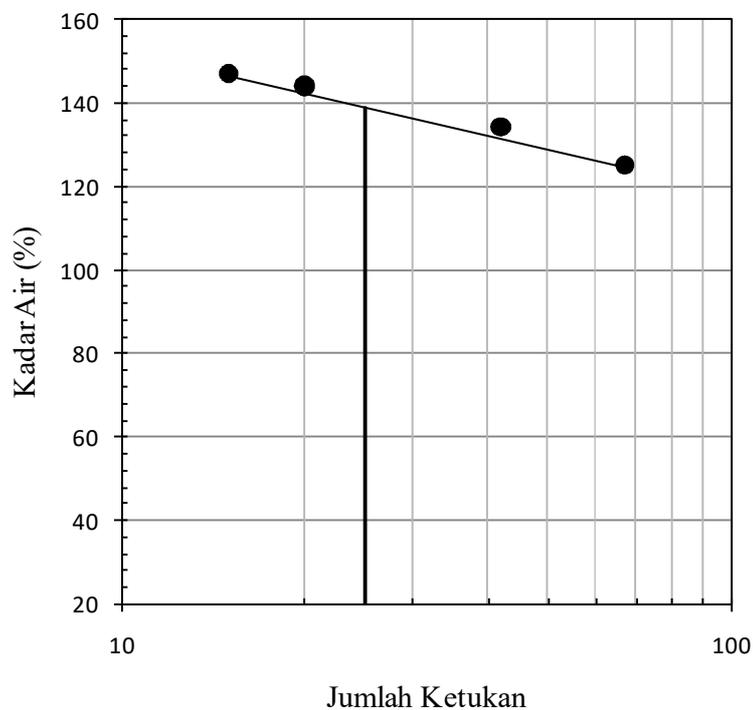
Sifat fisik, kimia, mekanik, dan hidraulik bentonit sangat penting untuk menentukan apakah bentonit yang digunakan dapat berfungsi sebagai material penghalang (*barrier*) limbah terutama limbah TPA. Meskipun parameter terpenting dalam penelitian ini adalah kemampurembesan atau permeabilitas tanah yang merupakan bagian dari sifat hidraulik tanah, akan tetapi sifat lain juga penting sebagai pertimbangan terutama ketika nantinya dicampur dengan superabsorben.

### **5.5.1 Sifat Fisik**

Sifat dasar bentonite yang diinvestigasi pada penelitian ini adalah kadar air sampel, *specific gravity*, distribusi ukuran butir, dan batas-batas Atterberg. Tes dilakukan berdasarkan standar ASTM (ASTM, 1997). Untuk *specific gravity*, test dilakukan berdasarkan standar ASTM D 854 (ASTM, 1987). Untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalam sampel, picnometer dengan sampel jenuh air ditempatkan di atas kolam pasir yang dipanaskan dan diaduk secara perlahan. Tes dilakukan selama kurang lebih 5 hari untuk meyakinkan tidak ada udara yang terperangkap di dalam sampel. *Specific gravity* yang didapat adalah 2,78.

Kadar air sampel sebelum dicampur ditentukan dengan menggunakan metode ASTM D 2216 (ASTM, 1997). Sampel dikeringkan dengan oven selama 24 jam pada suhu 100°C. Kadar air sampel sebelum dicampur yang didapat adalah 14,94%.

Batas-batas Atterberg (batas-batas plastisitas) tanah dilakukan berdasarkan ASTM D 4318 (ASTM, 1987). Batas-batas Atterberg yang dilakukan termasuk batas cair dan batas plastis. Sampel dicampur dengan air untuk mencapai kadar air yang ditentukan, kemudian diaduk ulang setiap hari selama satu minggu. Gambar 5.13 dan Tabel 5.3 memperlihatkan masing-masing hasil batas cair dan batas plastis bentonit yang digunakan pada penelitian ini. Batas-batas cair dan plastik yang didapat masing-masing 140 dan 54.65%. Dari data tersebut, indeks plastisitas (PI) dapat dihitung yang merupakan selisih antara batas cair dengan batas plastis adalah 85.35%. Nilai batas-batas plastisitas biasanya digunakan sebagai pengenalan awal mengenai sifat tanah karena banyak korelasi yang memperlihatkan hubungan antara batas-batas plastisitas ini dengan sifat mekanik maupun hidraulik tanah.



Gambar 5.13. Hasil tes batas cair (LL pada 25 ketukan)

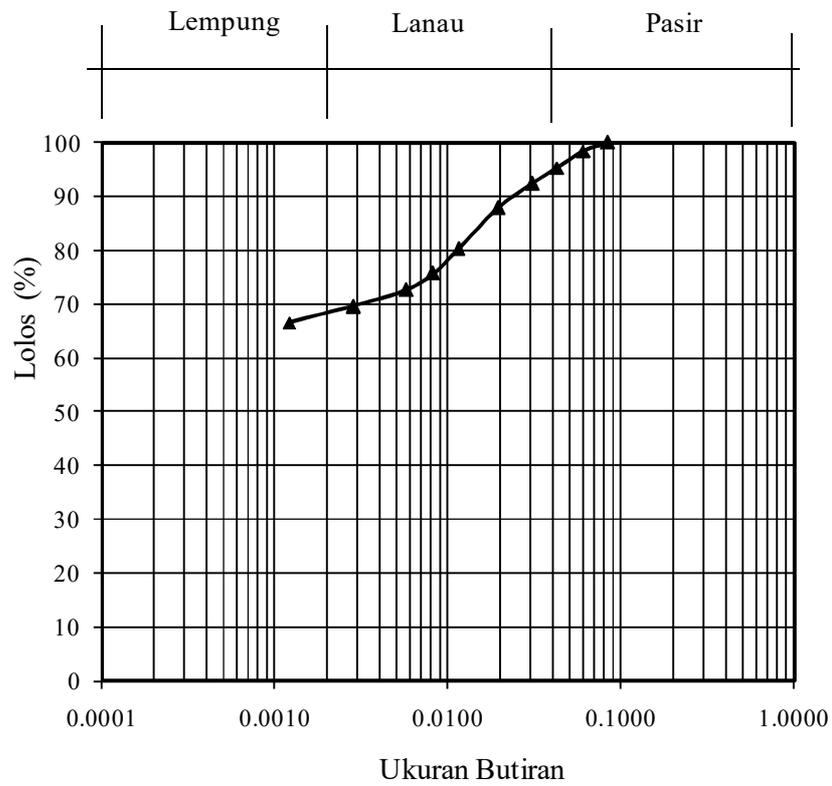
Tabel 5.3. Batas plastis tanah

Nomor sampel	1	2
Berat sampel basah+kontainer (g)	20,286	20,143
Berat sampel kering+kontainer (g)	19,912	19,825
Berat Air (g)	0,374	0,318
Berat kontainer (g)	19,213	19,255
Berat Kering (g)	0,699	0,570
Kadar Air (%)	53,505	55,789
Batas Plastis (%)	54,65	

Distribusi ukuran butiran diuji dengan menggunakan metode sedimentasi/ASTM D 422 (ASTM, 1997). Untuk metode sedimentasi, sampel didispersi menggunakan larutan sodium pyropshosphate selama percobaan. Hasil percobaan terlihat pada Gambar 5.13. Dari gambar didapat bahwa partikel dengan ukuran pasir, lanau, dan lempung masing-masing 3, 29, dan 68%. Dari data ini aktivitas tanah dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Aktivitas (A) = \frac{PI}{Persentase\ lempung - C'}$$

dimana A adalah aktivitas tanah, PI indeks plastisitas, dan C' adalah konstanta dengan nilai 9 (Das, 2008). Dari data PI dan persentase lempung, nilai aktivitas tanah bentonit yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,4. Das (2008) juga membuat rangkuman mengenai nilai aktivitas tanah dan mineral lempung (Tabel 5.14). Dari tabel tersebut terlihat bahwa mineral lempung yang diuji adalah smectites yang biasa mengandung mineral montmorillonite yang secara komersil dikenal dengan bentonit.

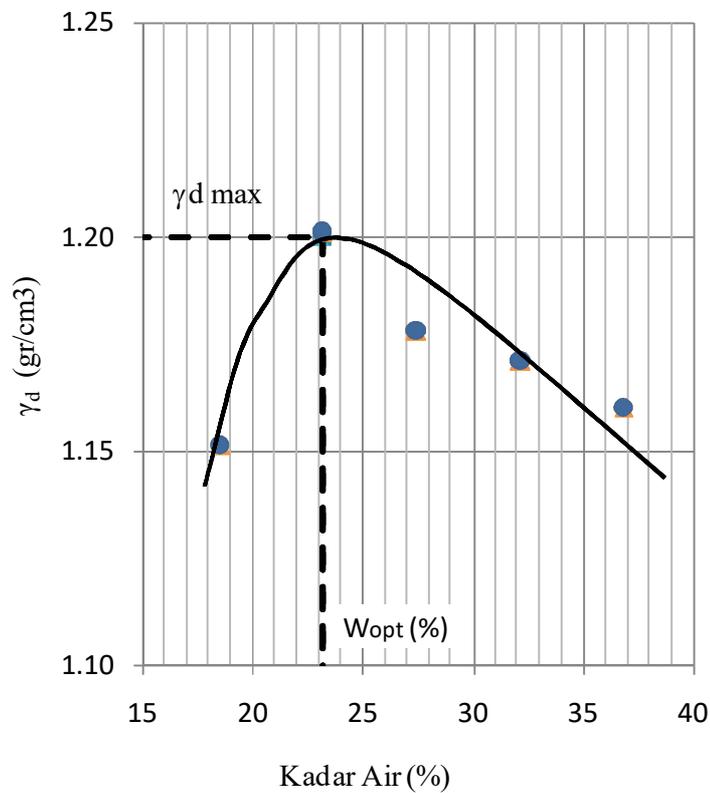


Gambar 5.14. Distribusi ukuran butiran bentonit

Tabel 5.4. Aktivitas mineral lempung (Das, 2008)

Mineral	Aktivitas (A)
Smectites	1-7
Illite	0.5-1
Kaolinite	0.5
Halloysite (4H <sub>2</sub> O)	0.5
Halloysite (4H <sub>2</sub> O)	0.1
Attapulgit	0.5-1.2
Allophane	0.5-1.2

Uji pemadatan bentonit dilakukan dengan menggunakan standar Proctor/ASTM D 698 (ASTM, 1997). Tanah dicampur dengan air dan didiamkan selama 7 hari sebelum dipadatkan. Hal ini berbeda dengan tipe lempung lain yang diperam hanya 1 hari. Hal ini dilakukan untuk meyakinkan keseragaman air di dalam air. Hasil pemadatan terlihat pada Gambar 5.15. Dari grafik didapat kadar air optimum adalah 23% dan kepadatan maksimum ( $\gamma_{d \max}$ ) adalah 1,20 t/m<sup>3</sup>.

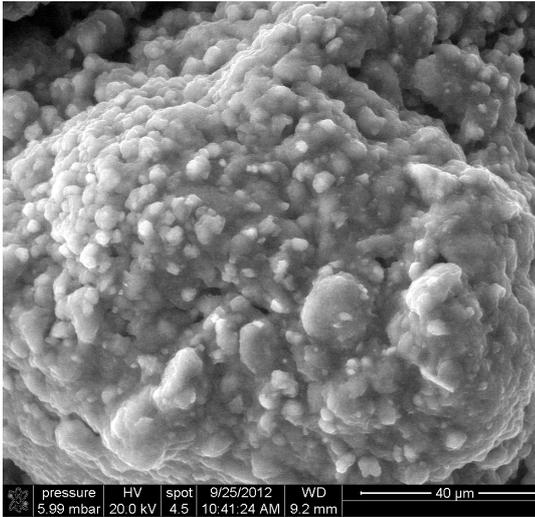


Gambar 5.15. Pemadatan Proctor bentonit

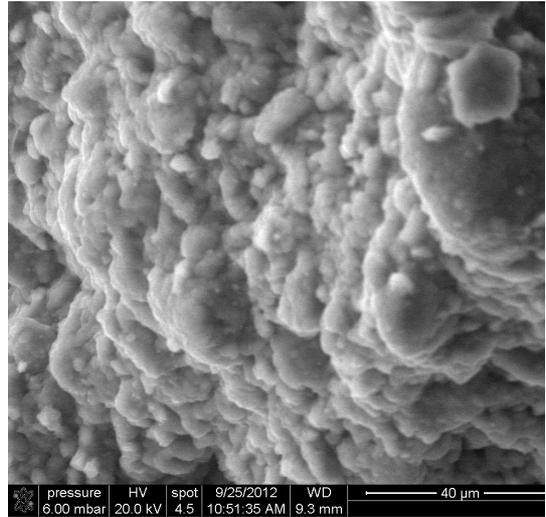
Untuk mempelajari mikroskopik bentonite digunakan *environmental scanning electron microscopy* (ESEM). Tes dilakukan di Laboratorium Kimia di Ruhr-Universitaet Bochum, Jerman. Meskipun bersifat kualitatif, struktur mikroskopik ini penting berkaitan dengan investigasi lanjutan ketika bentonit dicampur dengan polimer. Gambar 5.16 memperlihatkan mikroskopik bentonit yang difoto dengan menggunakan ESEM dengan pembesaran berkisar antara 5.000-50.000 kali. Dari gambar terlihat bahwa secara mikroskopik, bentonite tersusun dari partikel-partikel halus yang dengan ukuran kurang dari 4 $\mu$ m dan menyatu membentuk aggregate dengan ukuran yang lebih besar. Adanya partikel dan aggregate dengan ukuran yang berbeda menghasilkan pori-pori (yaitu ruang diantaranya) yang berbeda-beda pula (Gens and Alonso, 1992; Yong, 1999).

### **5.5.2 Kapasitas Pertukaran Kation**

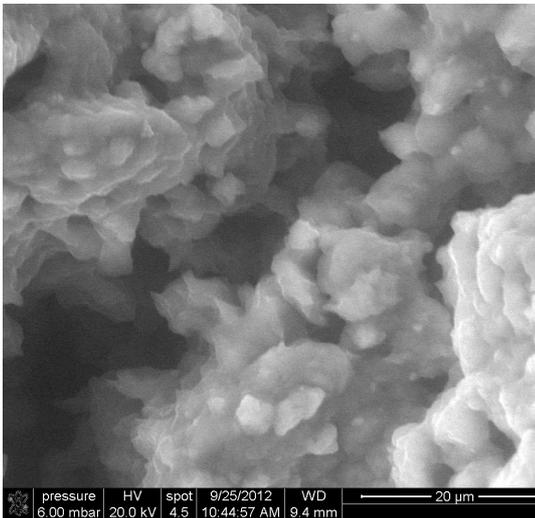
Kapasitas pertukaran kation atau lebih umum dikenal sebagai *cation exchange capacity* (CEC) merupakan parameter yang penting dalam memprediksi perilaku bentonit yang digunakan. Beberapa hasil penelitian memperlihatkan hubungan antara CEC dengan sifat-sifat tanah, baik sifat fisik seperti batas-batas Atterberg dan juga sifat mekanik seperti tekanan mengembang atau potensi mengembang tanah. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penjumlahan dengan BaCl<sub>2</sub>. CEC bentonit yang digunakan pada penelitian ini adalah 26,8 meq/100g. Dibandingkan dengan CEC bentonit lain yang sering digunakan seperti MX80 (USA) 73 meq/100g (Mueller-Vonmoos dan Kahr, 1983), Calcigel (Germany) 48 meq/100g (Arifin dan Schanz, 2009), dan Kunigel (Jepang) 76 meq/100g (Komine dan Ogata, 2003), CEC bentonit ini lebih kecil. Meskipun demikian, nilai tersebut lebih besar dari lempung umumnya (kaolinite) 3-15 meq/100g (Mitchell dan Soga, 2005).



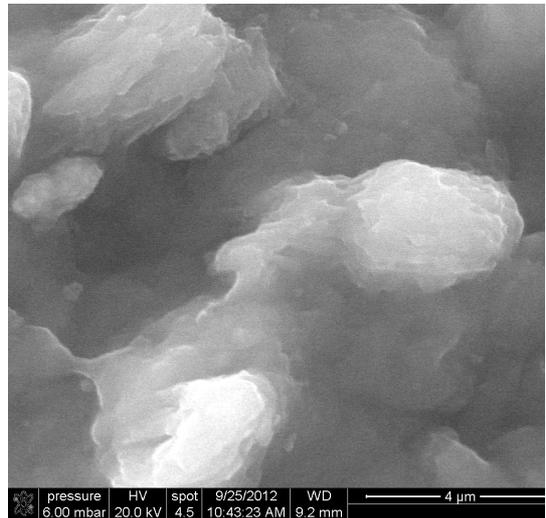
(a)



(b)



(c)

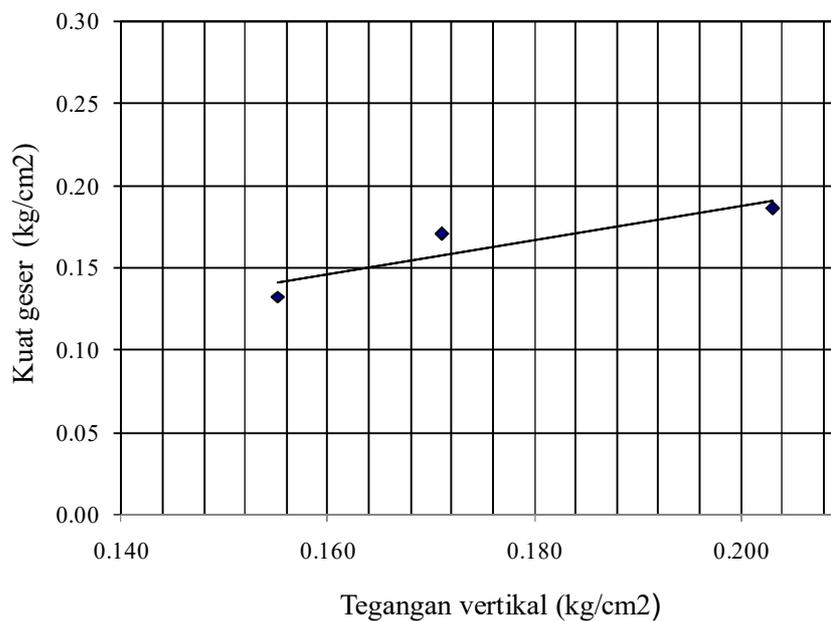


(d)

Gambar 5.16. Mikroskopik bentonit yang difoto dengan alat ESEM

### 5.5.3 Sifat Mekanik

Kuat geser bentonit dilakukan pada kondisi kepadatan maksimum yang didapat dari pemadatan Proctor (Gambar 5.14). Metode yang digunakan adalah kuat geser langsung (*direct shear testi*) berdasarkan standar ASTM D 3080 (ASTM, 1997). Sampel dipadatkan didalam ring dengan diameter sama dengan ring yang digunakan untuk uji kuat geser langsung. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik secara statis. Dari hasil uji kuat geser didapatkan nilai kohesi ( $c$ )  $0.017 \text{ kg/cm}^2$  dan sudut gesek dalam ( $\phi$ )  $45^\circ$  (Gambar 5.17). Dimana nilai  $c$  adalah perpotongan kurva pada tegangan aksial sama dengan nol sedangkan nilai  $\phi$  adalah sudut kemiringan kurva.



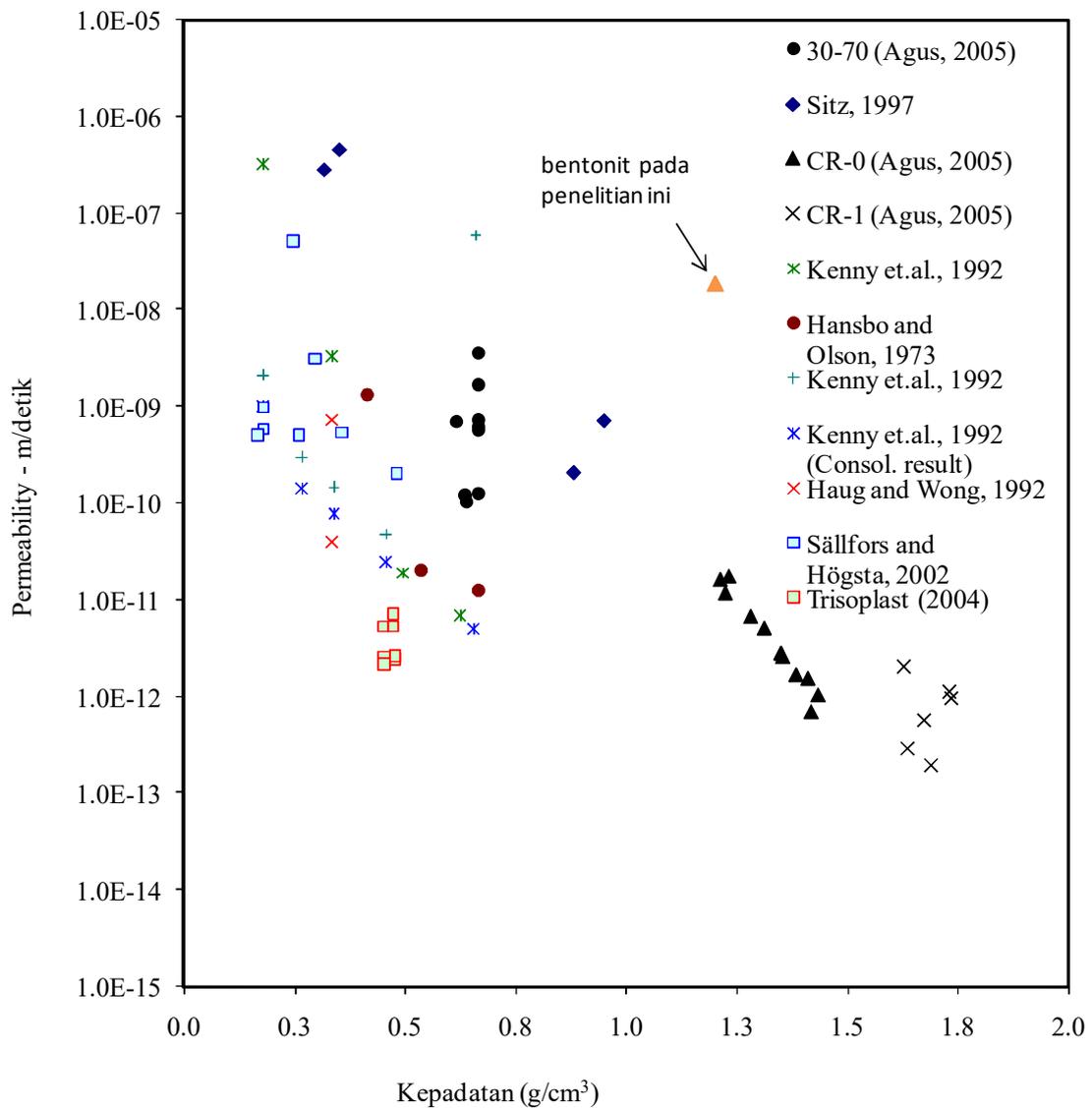
Gambar 5.17. Kuat geser bentonit pada kepadatan maksimum

#### 5.5.4 Sifat Hidraulik

Sifat hidraulik yang sangat penting dalam hubungannya dengan penelitian ini adalah koefisien permeabilitas tanah. Permeabilitas adalah nilai kemampuan tanah untuk mengalirkan air yang diukur persatuan waktu. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *falling head test*/ASTM D 698 (ASTM, 1997). Uji permeabilitas dilakukan pada sampel dengan kondisi kepadatan maksimum yaitu pada kadar air 23% dengan kepadatan  $1,2 \text{ g/cm}^3$ . Hasil uji permeabilitas dapat dilihat pada Tabel 5.5. Dari tabel, nilai koefisien permeabilitas yang didapat adalah  $1,90 \times 10^{-6} \text{ cm/detik}$  atau  $1,90 \times 10^{-8} \text{ m/detik}$ . Jika hasil ini diplot kedalam grafik hubungan antara kepadatan bentonite dengan nilai permeabilitas tanah seperti terlihat pada Gambar 5.18, maka terlihat bahwa bentonit yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai permeabilitas yang sangat kecil dan mendekati nilai permeabilitas bentonit yang digunakan oleh peneliti lain di dunia.

Tabel 5.5 Hasil uji permeabilitas dengan metode *falling head tes*.

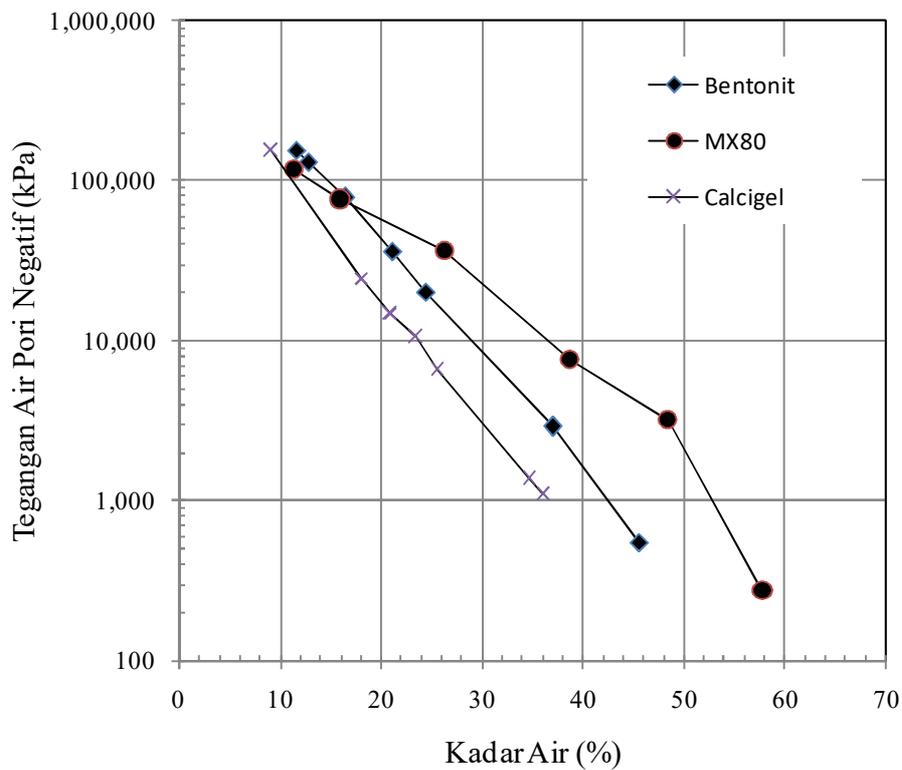
No. tes	$h_1$ (cm)	$h_2$ (cm)	Time (detik)	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	k (cm/detik)
1	67.5	55	43200	27	$1,94 \times 10^{-6}$
2	67.5	46	84600	27	$1,86 \times 10^{-6}$
3	67.5	36.5	129600	27	$1,94 \times 10^{-6}$
4	67.5	30.5	172800	27	$1,88 \times 10^{-6}$
5	67.5	24.5	216000	27	$1,92 \times 10^{-6}$
Rata-rata					$1,90 \times 10^{-6}$



Gambar 5.18. Hubungan antara permeabilitas tanah dengan kepadatan

Disamping permeabilitas, perilaku hidraulik yang penting adalah hubungan antara kadar air dengan tegangan air pori negatif tanah (suction). Hubungan ini biasa digunakan juga sebagai kemampuan bentonit untuk menahan air (water retention curve). Pada penelitian ini, tegangan air pori negatif didapat dengan menggunakan *chilled-mirror hygrometer technique* dengan alat aqualab. Tes dilakukan di *Soil Mechanics Laboratory*,

Ruhr-Universitaet Bochum, Germany. Gambar 5.19 memperlihatkan kurve hubungan antara kadar air dan tegangan air pori negatif bentonit yang digunakan pada penelitian ini dibandingkan dengan bentonit yang umum digunakan di dunia misalnya MX80 (Amerika) dan Calcigel (Jerman). Terlihat pada gambar, kemampuan menahan air bentonit yang diteliti terletak diantara Calcigel dan MX80. Hal ini memperlihatkan bahwa bentonite yang digunakan pada penelitian ini sangat sesuai sebagai penghalang (*barrier*) limbah sebagaimana Calcigel dan MX80.



Gambar 5.19. Tegangan air pori negatif sebagai fungsi kadar air

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Isolasi kitosan dari kulit udang yang dilakukan menghasilkan kitosan dengan derajat deasetilasi sebesar 74,06
2. Berdasarkan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR sintesis superabsorben telah berhasil ditandai dengan adanya pergeseran dan hilangnya puncak pada bilangan gelombang tertentu.
3. Berdasarkan kapasitas absopsi dan rasio swelling superabsorben, pada perbandingan rasio kitosan dengan asam akrilat optimum pada perbandingan 1:16. Untuk variasi suhu, optimum pada suhu 80°C, dan untuk variasi pengikat silang MBA optimum pada 1,75% dari jumlah kitosan dan asam akrilat.
4. Bentonit yang digunakan memiliki *specific gravity* 2,78 dengan kadar air awal 14,94%. Batas cair, batas plastis, dan plastisitas indeks adalah masing-masing 140%, 54,65%, dan 85,35% yang termasuk dalam lempung plastisitas tinggi. Dilihat dari nilai aktivitas 1,4, mineral lempung yang terkandung adalah smectite.
5. Bentonit memiliki kapasitas pertukaran kation 26,8 meq/100g. Dibandingkan besar kapasitas pertukaran kation bentonit yang umum digunakan di dunia, bentonit ini lebih kecil akan tetapi masih jauh lebih tinggi dari lempung umumnya.

6. Dari sifat hidraulik, permeabilitas bentonit yang dipadatkan pada kepadatan maksimum adalah  $1,9 \times 10^{-8}$  m/detik. Selain itu bentonit ini juga mampu menahan air dengan kapasitas yang sangat besar sebanding dengan bentonit yang saat ini banyak digunakan di Eropa dan Amerika.
7. Dari sifat fisik, kimia, dan hidrauliknya, bentonit yang digunakan pada penelitian ini cocok digunakan sebagai material penghalang (*barrier*) terutama pada tempat pembuangan akhir sampah (TPA).

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus S.S. 2005 An experimental study on hydro-mechanical behavior of compacted bentonite-sand mixtures, PdD Thesis, Bauhaus-Universitaet Weimar, Germany.
- Agus, S.S. Arifin, Y.F., and Schanz T, 2005, Hydro-mechanical characteristics of a polymer-enhanced bentonite-sand mixture for landfill applications, *Proceeding of International Workshop "Hydro-Physico-Mechanics of Landfills"*, LIRIGM, Grenoble, France. pp. 23-28
- Anah, L., N. Astrini, Suharto , 2010, Studi Awal Sintesa Carboxy Methyl Cellulose-Graf-Poly(Acrilic Acid)/Monmorilonit Superabsorben Polimer Hidrogel Komposit Melalui Proses Kopolimerisasi Cangkok, , Pusat Penelitian Kimia, LIPI, Bandung
- Anderson, D.C., W.Crawley and J.D Jabcik , 1985, Effect of Various Liquids on Clay Soil : Bentonit Slurry Mixtures, *Hydraulic Barriers in Soil and Rock*, ASTM STP\_874.
- Anirudhan, T.S, R. Rijith, and A.R. Tharun, 2010, Adsoptive removal of thorium (IV) from aqueous solution using poly(methacrylic acid)-grafed chitosan/bentonite composite matrix : Proses design and equilibrium studies, *Colloid and Surface A : Physiochem. Eng. Aspect*, 368, p. 13-22
- Anonim<sup>1</sup>.2012. Scanning Electron Microscope [http:// thermonicolet.html](http://thermonicolet.html) Diakses tanggal: 29-mei-2012
- Anonim<sup>2</sup>.2010. *Material Safety Data Sheet N,N'-methylenebisacrylamide MSDS*. Sciencelab.com.lnch<http://www.purdue.edu/rem/rs/sem.htm> Diakses tanggal: 29-mei-2012
- Arifin Y.F dan Schanz T 2009 Osmotic suction of highly plastic clays, *Actageotechnica*, 4(3): 177-194.
- Arifin, Y.F., Agus, S.S. and Schanz, T. ,2007, Drying Behavior of Compacted Bentonite-Sand Mixtures, Proc. 3rd Asian Conf. on Unsaturated Soils, Nanjing, China (ed. Z.Z. Yin, J.P. Yuan & A.C.F. Chiu), *Beijing: Science Press*, pp. 155-162
- Arifin, Y.F., Agus, S.S., and Schanz, T , 2006, Swelling pressure and hydraulic conductivity of compacted polymer-enhanced bentonite-sand mixture, *Proceeding of Geotechnische Aspekte in Umweltschutz 2006*, Stahlman and Rosenberg Edition. Braunschweig, Germany. pp 87-98
- ASTM ,1997, Annual Book of Standards. Volumes 04.08 and 04.09, Soil and rock, ASTM International. West Conshohocken. PA.
- Athawale, V.D.; Rathi, S.C, 1999, Graft Polymerization : Starch as a Model Substrate. *Journal Macromol.Sci.- Rev.Macromol.Chem.Phys*, C39, 445-480.
- Azwar, A 1979, *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*, Mutiara, Jakarta.

- Bastaman, S, Nirwana A., dan Hendarti. 1991. *Penelitian Limbah Udang sebagai Bahan Industri Chitin dan Chitosan*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian.
- Behari, K., M. Yadav, and D. K. Mishra. 2011. Synthesis of partially hydrolyzed graft copolymer (H-partially carboxymethylated guar gum-g-methacrylic acid): A superabsorbing material. *Carbohydrate Polymers* 85 (2011) 29–36. Polymer Science Research Laboratory. Department of Chemistry. University of Allahabad. Allahabad 211001. India.
- Benson, C.H. and D.E. Daniel 1989, The Influence of Clods on Tehe Hydraulic Conductivity of Compacted Clay. *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE.
- Biçak, N., B. F. Şenkal, T. Şişmanoğlu, and C. Özeroğlu. 2000. New, Strong Cationic Hydrogels: Preparation of N,N,N',N'-Tetraallyl Piperazinium Dibromide and Its Copolymers with N,N-Diallyl Morpholinium Bromide. *Polymer Chemistry* 38 : 1006–1013.
- British Standards Institution,1990, BS 1377-2:1990 Method of tests for soils for civil engineering purposes. Classification test.
- Chang, S.C, dan J.S. Yoo, 1999, Measurement and Calculation of Swelling Equilibria for Water/Poly(Acrilamide-Sodium mallysufonate) Systems, *Korean Journals Chemical Engineering* 16.
- Daniel, D.E. 1987, Earthen Penghalangs for Land Disposal Facilities”, *Geotechnical Practice for Waste Disposal '87*, Geotechnical Special Publication No.13, ASCE.
- Daniel, D.E. and C.H. Benson, 1990, Water Content Density Criteria for Compacted Penghalangs. *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE.
- Das B.M., 2008, Advanced soil mechanics, third edition, Taylor and Francis, New York, USA.
- Day, S.R. and D.E. Daniel, 1985, Field Permeability Test for Clay Penghalangs,. *ASTM TP* 874.
- Dayo G. 2003. **Superabsorbent** Polymer Composite (SAPC) Materials and their Industrial and High-Tech Applications. *Dissertation*. Der Technischen U at Bergakademie Fiberg University.
- Dhodapkar, R., P.. Borde and T. Nandy, 2009, Super absorbent polymers in environmental remediation, *Global NEST Journal*, Vol 11, No 2, pp 223-234, 2009
- Direktorat Analisa Sistem, BPPT.,1982, *Studi Pendahuluan Sistem Pengumpulan dan Pengangkutan Sampah dan Pra Disain Instalasi Pembakaran Sampah untuk Jakarta Pusat*
- Erizal. 2010. Synthesis and Characterization of Crosslinked Polyacrylamide (PAAM)-Carrageenan Hyrogels Superabsorbent Prepared By Gamma Radiation. *Indonesian Journal of Chemistry*:10 (1):12-19. Jakarta.
- Gao, 2003, Superabsorbent Polymer Composite (SAPC) Material and their Industrial and High Tech Application, *Desertation*, Der Technischen U ät Bergakademie Fiberg University

- Gens A. dan Alonso E.E., 1992, A Framework for the behaviour of unsaturated expansive
- Gunawan, B., dan C. D. Azhari. 2011. Karakterisasi Spektrofotometri I R Dan Scanning Electron Microscopy (S E M) Sensor Gas Dari Bahan Polimer Poly Ethelyn Glycol (P E G). *Jurnal* ISSN : 1979-6870.
- Hansbo, S dan Olsson, C (1973) Geotechnical properties of sodium-bentonite, type volclay. Internal report.Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden. (In Swedish)
- Hardcastel, J.H. and J.K. Mitchelle, 1974, Electrolyte Concentration Permeability Relationship in Sodium Illite-Silt Mixture, *Clay and Clay Mineral*, vol 22.
- Hargono, Abdullah, dan I. Sumantri. 2008. Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Serta Aplikasinya Dalam Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing. *Reaktor*. vol. 12 No. 1 Juni 2008: 53-57.
- Haug, M.D. dan Wong, L.C. (1992) Impact of molding water content on hydraulic conductivity of compacted sand-bentonite. *Canadian Geotechnical Journal*, 29:253-362.
- Hirano, S. 1986. *Chitin and Chitosan*. Ulmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Republicka of Germany. 5th . ed. A 6: 231 – 232.
- Hirano, S., 1989, "Production and application of Chitin and Chitosan in Japan" in CHITIN AND CHITOSAN Sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties and Application, ed by Skjak-Braek, G. Anthonsen, T. Sandford, P. London and New York, Elsevier Applied Science.
- Jeuniaux, C. 1996. A brief survey of the early contribution of European scientists to chitin knowledge. In : Domard, et al.. (eds.) *Advances in Chitin Science* Vol. 1. Jacques.
- Kaban, J. 2009. Modifikasi Kimia Dari Kitosan Dan Aplikasi Produk yang dihasilkan. *Pidato pengukuhan Jabatan guru Besar Tetap dalam Bidang Kimia Organik Sintesis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Karadag, E, O` Mer Barýs\_Zu`m, D. Saraydýn, O.Gu`ven, 2006, Swelling characterization
- Kenny, T.C., van Veen, W.A., Swallow, M.A. dan Sungaila, M.A. (1992) Hydraulic conductivity of compacted bentonite-sand mixture. *Canadian geitechnical journal*, 29:364-374.
- Knaul, J., Hooper, M., Chanyi, C., Creber, K.A.M. (1998), *Journal of Applied Polymer Science*, 72: 1435-1444
- Knorr D. 1982. Function Properties of Chitin and Chitosan. *Journal Food Science*. (47): 36
- Komine H dan Ogata N (2003) New equations for swelling characteristics of bentonite-based buffer material. *Canadian Geotechnical Journal*, 40: 460-475.
- Lu, S., M. Duan, and S. Lin. 2002. Synthesis of superabsorbent starch-graft-poly(potassiumacrylate-co-acrylamide)and its properties. *Journal of Applied Polymer Science* 88 : 1536-1542.

- Ma, Z., Q. Li, Q. Yue, B. Gao, X. Xu, and Q. Zhong. 2010. Synthesis and characterization of a novel super-absorbent based on wheat straw. *Bioresource Technology* 102: 2853-2858.
- Madison. 2001. Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry
- Marganof. 2003. *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan*. Institut Pertanian Bogor.
- Mitchell J.K dan Soga K. (2005) Fundamentals of Soil Behavior, Third Edition, John Wiley and Sons, Inc. USA.
- Mitchelle, J.K., D.R. Hopper and R.G. Campanella, 1965, Permeability of Compacted Clay”, *Journal of The Soil Mechanics and Foundation Divisions*, ASCE, vol.91, SM 4.
- Mueller-Vonmoos dan Kahr (1983) Mineralogische Untersuchungen von Wyoming Bentonite (MX80) und Montigel, NTB 83-12, NAGRA, Wettingen, Switzerland.
- Ni, B., M. Liu., and S. Lu. 2009. Multifunctional slow-release urea fertilizer from ethylcellulose and superabsorbent coated formulations. *Chemical Engineering Journal* 155 : 892–898.
- of gamma-radiation induced crosslinked acrylamide/maleic acid hydrogels in urea solutions, *Materials and Design Journals* 27.
- Pourjavadi, A M. S Amini-Fazl, M. Ayyari, 2007, Optimization of synthetic conditions CMC-g-poly(acrylic acid)/Celite composite superabsorbent by Taguchi method and determination of its absorbency under load, *EXPRESS Polymer Letters* Vol.1, No.8, 488–494
- Pourjavadi, A, R. Soleyman, H. Ghasemzadeh, and H. Salimi, 2010, CMC/Celite Superabsorbent Composites: Effect of Variables on Saline-absorbency under Load, *Iranian Polymer Journal*, 19 (8), 571-579
- Pourjavadi, A., and G. R. Mahdavinia. 2006. Superabsorbency, pH-Sensitivity and Swelling Kinetics of Partially Hydrolyzed Chitosan-g-poly(Acrylamide) Hydrogels. *Polymer Research Laboratory*. Department of Chemistry. Sharif University of Technology.
- Pujiastuti L, dan Endah, N., 1995, Pengaruh Lindi Sampah Kota Surabaya di TPA Sukolilo terhadap Kualitas Air Sumur Penduduk di Sekitarnya, *Lembaga Penelitian, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya*.
- Purnavita, S., dan L. H. Rahayu. 2007. Optimasi Pembuatan Kitosan Dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus Pelagicus*) Untuk Adsorben Ion Logam Merkuri. *Reaktor*. vol. 11 No.1 Juni 2007: 45-49.
- Purwintasari, S., dan A. Rokhati . 2007. Optimasi Derajat Deasetilasi Pada Proses Pembuatan Chitosan Dan Pengaruhnya Sebagai Pengawet Pangan. *Riptek* vol.1 no. 1 November 2007:39-46.
- Quirk, J.P. and R.K. Schofield, 1955, The Effect of Electrolyte Concentration on Soil Permeability. *Journal of Soil Science*, vol.6, No.2.

- Radhitya, M. S. T., dan Zulfahmi. 2010. Pemanfaatan Limbah Kulit Udang sebagai Bahan Anti Rayap (Bio-termitisida) pada Bangunan Berbahan Kayu. *Skripsi* Jurusan Teknik Kimia. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rogowski, A.S., 1986, Hydraulic Conductivity of Compacted Clay Soils., *Proceeding Land Disposal Remedial Ection, Incineration, and Treatment of Hazardous Waste*, USA EPA, Cincinnati, Ohio, USA.
- Sadeghi, M., Behrouz. H, and K. Montazeri. 2011. *Design a Biodegradable Hydrogel for Drug Delivery System*. World Academy of Science, Engineering and Technology. Department of Chemistry. Science Faculty. Islamic Azad University. Arak Branch. Arak. Iran.
- Sällfors, G dan Högsta, A., 2002, Determination of hydraulic conductivity of sand-bentonite mixtures for engineering purposes. *Geotechnical and Geological Engineering* 20:65-80.
- Sannino, A., S. Pappada, M. Madaghiele, A. Maffezzoli, L. Ambrosio, and L. Nicolais. 2005. Crosslinking of cellulose derivatives and hyaluronic acid with water-soluble carbodiimide. *Polymer* 46 : 11206–11212.
- Sanzhes, D.R. Rha, Chokun, 1981, Chitosan Glubes, *Journal of Food Tecnology*, 16,
- Sitz, P., 1997, Materialuntersuchungen für Mehr- komponensysteme auf Ton/Bentonite Basis für Dichtung und Lastabtrag mit hohem Rückhaltvermögen für den langzeitsicheren Verschluß von UTD und Endlagern im Salinar. Abschlußbericht, TU Bergkademie Freiberg, Germany.
- Swantomo, D., K. Megasari, dan R. Saptajaji. 2008. Pembuatan Polimer Polimer Superabsorben Dengan Mesin Berkas Elektron. *JFN* vol 2 no. 2. ISSN. 1978-8738.
- Swantomo,D, K.Megasari dan R. Saptajaji, 2008, Pembuatan Komposit Polimer Supersbsorben dengan Mesin Berkas Elektron, *Seminar Nasional IV*, SDM Teknologi Nuklir-BATAN, Yoryakarta
- Syuhada, R, Wijaya dan S. Rohman, 2009, Modifikasi Bentonit (Clay) menjadi Organoclay dengan Penambahan Surfaktan, *J. Nanosains& Nanoteknologi*, Vol.2 No.1
- Tchobanuglous, G. et.all., 1977, Solid Waste, Engineering Principles and Management Issues, pg. 332.
- Trisoplast, 2004, Trisoplast mineral liners. Documentation Trisoplast®, Netherland
- US EPA, 1989, Requirements for hazardous waste landfills design, construction, and closure. Seminar Publication. Center for Environmental Research Information, US EPA.
- Wammes, J.C, 2004, Clay-Containing mixture or bled capable of forming a moisture resistant ge, and us of mixture and bled, *United States Paten Application*, N0. 0040097601.
- Wang, A., Q. Wang, and J. Zhang. 2007. Synthesis and characterization of chitosan-g-poly(acrylic acid)/attapulгите superabsorbent composites. *Carbohydrate Polymers* 68 367–374.

- Wang, A., W. Wang, and J. Liu. 2009. Synthesis, characterization, and swelling behaviors of chitosan-g-poly(acrylic acid)/poly(vinyl alcohol) semi-IPN superabsorbent hydrogels. *Project of the Ministry of Science and Technology*. China.
- Williams D.F, 2006. the biomaterials silver jubilee compendium. *Papers*. Elsevier's Science & Technology Rights Department in oxford. USA
- Yong R.N. (1999) Soil suction and soil-water potentials in swelling clays in engineered clay barriers. *Engineering Geology*, Elsevier, 54: 3-13.
- Yu, C., and Tan H. 2006. Crosslinked carboxymethylchitosan-g-poly(acrylic acid) copolymer as a novel superabsorbent polymer. *Carbohydrate Research* 341: 887–896.
- Yu.C, Yun-Fei Liu, Huan-Lin Tang, and Hui-Min Tan, 2010, Study of Carboxymethyl Chitosan-based Polyampholyte Superabsorbent Polymer: nvestigating the State of Water in CMCTS-g-(PAA-co-PTMAAC) Hydrogel, *Iranian Polymer Journal* 19 (6,, 417-425
- Yun-Tao Xie, and Ai-Qin Wang, 2010, Preparation and Swelling Behaviour of Chitosan-g-poly(acrylic acid)/Muscovite Superabsorbent Composites, *Iranian Polymer Journal*, 19 (2), 131-141
- Zen, M. 2011. Karakterisasi kristal menggunakan Istrumen xrd, sem dan hrtem. *Disertasi*. Program Doktor Ilmu Kimia. Universitas Padjadjaran. Jawa Barat.
- Zohuriaan-Mehr, M.J., 2005. Advances in Chitin and Chitosan Modification through Graft Copolymerization : A Comprehensive Review. *Iranian Polymer Journal*, 14 (3), 235-265.

## LAMPIRAN 1. PERSONALIA PENELITI

### Ketua Peneliti

Nama : Dr. Yulian Firmana Arifin  
Tempat dan Tgl lahir : Banjarmasin, 19 Juli 1975

### Pendidikan

Universitas	Gelar	Tahun selesai	Bidang Studi
Universitas Lambung Mangkurat	Sarjana Teknik	1998	Teknik Sipil
Institut Teknologi Surabaya	Magister Teknik	2001	Geoteknik
Bauhaus-Univ. Weimar, German	Doktor	2008	Geoteknik

### Pengalaman Kerja

Institusi	Jabatan	Periode Kerja
Universitas Lambung Mangkurat	Dosen	2001-sekarang

### Daftar Publikasi :

1. Agus, S.S. Arifin, Y.F., and Schanz T (2005) Hydro-mechanical characteristics of a polymer-enhanced bentonite-sand mixture for landfill applications, Proceeding of International Workshop "Hydro-Physico-Mechanics of Landfills", LIRIGM, Grenoble, France. pp. 23-28
2. Arifin, Y.F., Agus, S.S., and Schanz, T (2006) Temperature effects on suction characteristic curve of bentonite-sand mixtures, Proceeding of The Fourth International Conference on Unsaturated Soils published by ASCE, Arizona, USA. pp. 1314-1325
3. Arifin, Y.F., Agus, S.S., and Schanz, T (2006) Swelling pressure and hydraulic conductivity of compacted polymer-enhanced bentonite-sand mixture, Proceeding of Geotechnische Aspekte in Umweltschutz 2006, Stahlman and Rosenberg Edition. (ISBN: 3-927 610-74-7), Braunschweig, Germany. pp 87-98
4. Arifin, Y.F., Agus, S.S., and Schanz, T (2006) Drying-wetting behavior of compacted bentonite-sand mixtures as also affected by temperature, Proceeding of International Conference on Geo-Environmental Engineering 2006, Kyoto, Japan. pp 63-69.
5. Arifin, Y.F., and Schanz, T. (2007) Modified isochoric cell for temperature controlled swelling pressure tests, Proc. 2<sup>nd</sup> International Conference: Mechanics of Unsaturated Soils (ed. Tom Schanz), Weimar, Germany, pp 229-241
6. Arifin, Y.F., Agus, S.S. and Schanz, T. (2007) Drying Behavior of Compacted Bentonite-Sand Mixtures, Proc. 3<sup>rd</sup> Asian Conf. on Unsaturated Soils, Nanjing, China (ed. Z.Z. Yin, J.P. Yuan & A.C.F. Chiu), Beijing: Science Press, pp. 155-162.

7. Arifin, Y.F, Agus, S.S. and Schanz, T. (2007) Hydro-Mechanical Properties of Polymer-Enhanced Bentonite-Sand Mixtures, Proc. Scientific Conference VSU'2007, Sofia, Bulgaria, pp. 81-86
8. Agus, S.S, Arifin, Y.F. and Schanz, T. (2007) Settlement and Swell/Shrink Behaviour of A Compacted Polymer-Enhanced Bentonite-Sand Mixture as Induced by Field Mechanical Loading and Wetting-Drying Cycles, Proc. Brazilian Symposium of Unsaturated Soils, Salvador, Brazil.

Banjarbaru, Desember 2012

Dr. Yulian Firmana Arifin

## 2. Anggota Peneliti 1

Nama : Umi Baroroh Lili Utami S.Si, M.Si.  
Tempat dan Tgl lahir : Banjarnegara, 6 Oktober 1969  
NIP : 19691006 199702 2 003

### Pendidikan

Universitas	Gelar	Tahun selesai	Bidang Studi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya	Sarjana Sains	1994	Kimia Analitik
Universitas Gadjah Mada	M.Si	2001	Ilmu Lingkungan

### Pengalaman Kerja

Institusi	Jabatan	Periode Kerja
Universitas Lambung Mangkurat	Dosen	1997-sekarang

### Daftar Publikasi :

- Utami, U.B.L,** 2001. *Pengaruh Tindakan Konservasi Tanah terhadap Aliran Permukaan, Erosi, Kehilangan Hara dan Penghasilan pada Usahatani Kentang dan Kubis di Dataran Tinggi Dieng*, Jurnal Manusia dan Lingkungan, Agustus 2001
- Utami, U.B.L,** 2002, *Determination of Methomyl and Chlorotalonyl Pesticide Residue on the Soil of Potato farmland at Dieng Plateau, Central* , International Seminar Environmental Chemistry and Toxicology.
- Utami, U.B.L.,** 2002, *Permasalahan Lingkungan Pertambangan Batubara dan Upaya penanggulangannya*. Makalah disampaikan dalam acara Simposium Nasional Kimia, 19-20 Agustus 2002 F MIPA Unlam.
- Utami, U.B.L, R. Nurmasari,** 2006, *Pemanfaatan Arang Limbah Kayu Ulin dan Abu Layang Sebagai Adsorben Dalam Pengolahan Limbah Cair Sasirangan*, Jurnal WIRA IPTEKS, Juli 2006, Edisi 1, Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin
- Utami, U.B.L,I. Utami** 2007, *Pemanfaatan KITOSAN Dari Cangkang Kepiting Sebagai Medium Filter Untuk Filtrasi Cr(VI) Dalam Larutan* , Jurnal Ilmiah Berkala, Sains dan Terapan Vol. 1 No. 1 Juli 2007, FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
- Utami, U.B.L,R.Nurmasari,** 2007, *Pengolahan Limbah Cair Sasirangan Secara Filtrasi Melalui Pemanfaatan Arang Kayu Ulin Sebagai Adsorben*, Jurnal Sains MIPA Desember. 2007, Vol. 13, FMIPA, Universitas Lampung

**Penelitian yang relevan dengan proposal yang diusulkan:**

No.	Judul Penelitian	Tahun	Sumber Dana
1.	Pemanfaatan Karbon Aktif Kayu Ulin dalam Pengolahan Limbah Cair Sasirangan	2003	Dikti (Dosen muda)
2.	Upaya Pengolahan Limbah Cair Sasirangan secara Filtrasi Melalui Pemanfatan Limbah Kayu Ulin	2004	Balitbangda
3.	Pengolahan Limbah Cair Sasirangan secara Filtrasi Menggunakan Arang dan Abu Layang Batubara	2005	Dikti (Vucer)
4.	Pengolahan Limbah Cair Sasirangan secara Koagulasi dengan Poly Alumina Chlodide (PAC) dan Filtrasi dengan Abu Layang Batubara	2005	Mandiri
5.	Pengolahan Limbah Cair Sasirangan secara Koagulasi dengan FeSO <sub>4</sub> dan Filtrasi dengan Arang Aktif Kayu Ulin	2005	Mandiri
6.	Pemanfaatan Kitosan dalam Penanganan Cr(VI) dan Pb(II) pada Limbah Cair Sasirangan	2006	Dikti (Dosen muda)
7.	Aplikasi Arang Aktif Cangkang Kelapa Sawit Termodifikasi Kitosan Dan Membran Kitosan Sebagai Filter Dalam Pengolahan Limbah Cair Sasirangan Setelah Koagulasi	2007-2008	Dikti H-Bersaing
8.	Modifikasi Keramik $\alpha$ -Alumina Kitosan sebagai Filter dalam Pengolahan Limbah Cair Sasirangan	2010-2011	Dikti H-Bersaing

Banjarbaru, Desember 2012

Umi Baroroh Lili Utami, S.Si,M.Si

## 2. Anggota Peneliti 2

Nama : Sri Cahyo Wahyono, S.Si, M.Si  
Alamat Rumah : Komp. Berlina Jaya F-15 Loktabat Banjarbaru 70712  
Alamat Kantor : Kampus MIPA Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. A Yani Km. 35,800 Banjarbaru 70714  
Alamat e-mail : [scahyow@yahoo.com](mailto:scahyow@yahoo.com)

### PUBLIKASI ILMIAH (JURNAL & PROSIDING)

No	Judul
1	Priyantari, N, <b>Wahyono S.C</b> , Jaya M.S. dan Utama W., (2003), Analisa Karakteristik Kelistrikan Tanah Pertanian dengan Metode Geolistrik, Prosiding Seminar Pascasarjana III-2003 ITS
2	<b>Wahyono, S.C</b> , Priyantari N., Jaya M.S. dan Utama W., (2003), Interpretasi Bawah Permukaan 2-D dengan Metode Geolistrik pada Daerah Rawan Bencana Gerakan Tanah di Desa Lumbang Rejo, Prigen, Pasuruan, Prosiding Seminar Pascasarjana III-2003 ITS.
3	<b>Wahyono, S.C</b> , Singgih, P., dan Utama, W., (2003), Penentuan Distribusi Tahanan Jenis Struktur Bawah Permukaan Daerah Rawan Longsor Desa Lumbang Rejo, Prigen Menggunakan Metode Geolistrik 2-D dan 3-D, Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya 2003,
4	<b>Wahyono, S.C</b> dan Sari N., (2004), Penentuan Lapisan Lapuk Sebagai Penyebab Terjadinya Gerakan Tanah Menggunakan Metode VLF ( <i>Very Low Frequency</i> ), Jurnal Fisika FUSI, Vol. 8 No. 2, hal. 89 - 97.
5	Haryanti N. H dan <b>Wahyono S.C</b> , (2004), Tingkat Kebisingan di Perempatan Jalan Lambung Mangkurat dan Jalan Pangeran Samudra Banjarmasin, Jurnal Fisika FLUX, Vol.1 No.1, hal. 1 - 10.
6	<b>Wahyono, S.C</b> dan Sari N., (2004), Penerapan Metode Geolistrik dalam Penentuan Kestabilan Tanah/Batuan Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi, Kalimantan Scientiae, Th. XXII, No. 64, hal. 80 - 92.
7	<b>Wahyono, S.C</b> dan Sari N., (2004), Interpretasi Bawah Permukaan Berdasarkan Karakteristik Kelistrikan Bumi Di Sekitar Kampus UNLAM Banjarbaru, Jurnal Fisika FUSI, Vol. 8 No. 3, hal. 214 - 222.
8	Wianto, T dan <b>Wahyono, S.C</b> , (2004), Analisis Pengaruh Perlakuan Panas Pada Pembentukan Nanodisperse Alloy Berbasis Zirkonium dengan Difraksi Sinar-X (XRD) dan Tunelling Electron Microscopy (TEM), Jurnal Fisika FUSI, Vol. 8 No. 3, hal. 185 - 189.
9	Priyantari, N dan <b>Wahyono, S.C</b> , (2005), Penentuan Bidang Gelincir Tanah Longsor Berdasarkan Sifat Kelistrikan Bumi ( <i>Determination of Slip Surfaces Based on Geoelectricity Properties</i> ), Jurnal Ilmu Dasar, No. 2 Vol. 6, hal. 137 - 141.
10	<b>Wahyono, S.C</b> dan Nurlina, (2005), Penentuan Kedalaman Hidrokarbon (Batubara) di Luar Formasi Tanjung di Desa Hapungu Kab. Kotabaru Kal-Sel Berdasarkan Karakteristik Kelistrikan Bumi Menggunakan Konfigurasi Pole-Pole 3D, Jurnal Vidya Karya, Tahun XXIII, Nomor 3, hal. 236 - 243

**PUBLIKASI ILMIAH (JURNAL & PROSIDING)**

No	Judul
11	Nurlina dan <b>Wahyono, S.C.</b> , (2006), Aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam Penentuan Jalur Saluran Irigasi Pada Areal Pertambakan, Jurnal Fisika FLUX, Vol. 3 No.1, hal. 26 -38.
12	<b>Wahyono, S.C</b> dan Sari, N., (2007), Penerapan Metode Geofisika dalam Penambangan Batuan Andesit yang Aman dan Ramah Lingkungan, Jurnal MIPA, Tahun 36, No. 2, hal. 147-156
13	Sugriwan, I dan <b>Wahyono, S.C.</b> , (2007), Pengukuran Kekeruhan, Konduktivitas, Total Disolved Solid (TDS) dan Warna Air Sungai Martapura untuk Aktifitas Mandi Cuci Kakus (MCK) Masyarakat Pemukiman Bantaran Sungai Martapura di Banjarmasin, Jurnal Ilmiah Fisika FLUX, Vol. 4 No. 2, hal. 81 - 95.
14	<b>Wahyono, S.C.</b> dan Sari, N., (2007), Penentuan Kontaminasi Limbah Cair dengan Metode Geolistrik, Jurnal Sains MIPA Lampung, Volume 13, No. 3, Desember 2007, hal 183-189
15	<b>Wahyono, S.C.</b> , Wianto, T. dan Nasrulloh, A.V., (2007), Sistem Pembelajaran Gelombang dan Optik dengan Pemberian Tugas, Kuis dan Belajar Mandiri yang Rutin untuk Meningkatkan Prestasi Hasil Belajar dan Jumlah Kelulusan, Proceeding of the Research and Studies VI, Teaching Grant I (MIPA, Pertanian, Komputer & IT, Teknik Kimia), TPSDP (ADB Loan No 1792-INO) Dikti Depdiknas 2007, hal. 80 - 85
16	<b>Wahyono, S.C.</b> , Siregar, S.S. dan Wianto, T., (2008), Penentuan Lapisan Akuifer Berdasarkan Sifat Karakteristik Kelistrikan Bumi, Jurnal Ilmiah Fisika FLUX, Vol. 5 No. 1, hal. 23 - 37..
17	<b>Wahyono, S.C.</b> dan Wianto, T., (2008), Penentuan Lapisan Air Tanah dengan Metode Geolistrik Schlumberger di Kabupaten Balangan Kalimantan Selatan, Jurnal Ilmiah Fisika FLUX, Vol. 5 No. 2, hal. 148 - 164.
18	<b>Wahyono, S.C.</b> , Wianto, T., Siregar, S.S., Utama, W. dan Pratapa, S., (2008), Identifikasi Daerah Patahan dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Dipole-Dipole di Desa Renokenongo Porong Sidoarjo, Jurnal Ilmiah Fisika FLUX, Vol. 5 No. 2, hal. 174 - 184.

Banjarbaru, Desember 2012

Sri Cahyo Wahyono, S.Si, M.Si

## LAMPIRAN 2 : FOTO-FOTO PELAKSANAAN PENELITIAN

### 1. Laboratorium Kimia Dasar FMIPA Unlam Banjarbaru



Gambar 1. Kulit udang setelah digerus



Gambar 2. Deproteinasi



Gambar 3. Demineralisasi



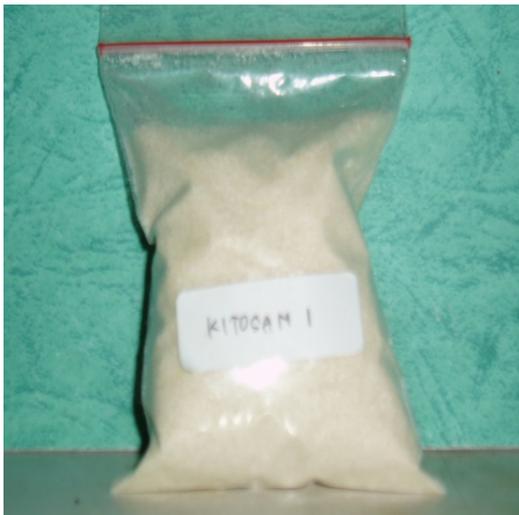
Gambar 4. Kitin



Gambar 5. Deasetilasi



Gambar 6. Penetrulan Kitosan



Gambar 7 Kitosan



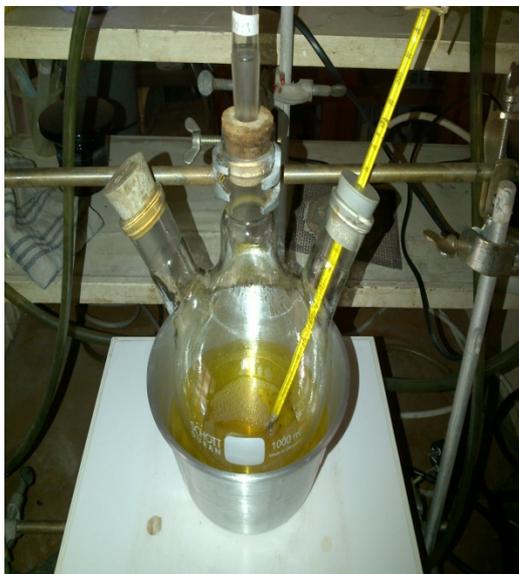
Gambar 8. Rangkaian Alat Sintesis



Gambar 9. Menimbang 0.10 g KPS



Gambar 10. Menimbang 0,50 g kitosan



Gambar 11. Proses sintesis superabsorben



Gambar 12. Hasil sintesis superabsorben



Gambar 13. Menetralkan SAP



Gambar 14. Mestirer gel dengan metanol



Gambar 15. SAP setelah di stirer



Gambar 16. SAP disaring sebelum dioven



Gambar 17. Hasil SAP setelah di oven



Gambar 13. Uji Swelling



Gambar 19. Uji Kapasitas Absorpsi



Gambar 20. Menimbang Hasil Uji Kapasitas Absorpsi

## 2. Laboratorium Mekanika Tanah Unlam Banjarbaru



Gambar 1. Analisa Specific Gravity



Gambar 2. Analisa Atterberg limit



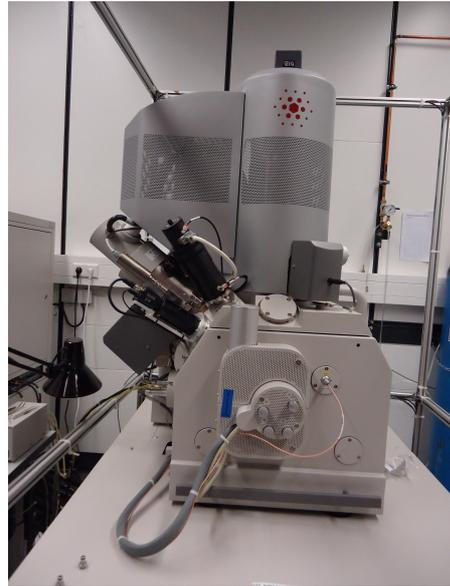
Gambar 3. Analisa Distribusi Butiran



Gambar 4. Tes Pemasatan



Gambar 5. ESEM (Bochum)



Gambar 6. ESEM (Bochum)



Gambar 7. Hydrometer test



Gambar 8. Direct shear test



Gambar 9. Permeability test

## DRAF ARTIKEL ILMIAH

Judul:

**Studi Pendahuluan Sifat Fisik, Kimia, Hidraulik, dan Mekanik Bentonit dari Indonesia sebagai Material Penghalang Lindi TPA**

Penulis:

Yulian Firmana Arifin, Umi Baroroh Lili Utami, Sri Cahyo Wahyono

### Abstrak

Paper ini difokuskan pada investigasi sifat fisik, kimia, mekanik, dan hidraulik bentonit dari Indonesia yang selama ini jarang dilaporkan. Sifat fisik antara lain *specific gravity*, *Atterberg limits*, distribusi butiran, dan pemadatan. Sifat kimianya adalah kapasitas pertukaran kation, sedangkan sifat mekaniknya adalah uji kuat geser langsung. Sifat hidraulik yang penting adalah permeabilitas dan kemampuan menahan air. Dari sifat fisik, kimia, dan hidrauliknya, bentonit yang digunakan pada penelitian ini cocok digunakan sebagai material penghalang (*barrier*) terutama pada tempat pembuangan akhir sampah (TPA).

Kata kunci: bentonit, sifat fisik, sifat mekanik, TPA, permeabilitas, tegangan air pori negatif.

### Pendahuluan

Di Indonesia, sampah perkotaan di buang di TPA . Hampir setiap kota di Indonesia memiliki minimal satu lokasi pembuangan akhir. Pujiastuti dan Endah (1995) melaporkan bahwa parameter-parameter kualitas air di sumur sekitar TPA Sukolilo Surabaya yang melebihi nilai ambang batas (NAB) pada umumnya sama dengan beberapa senyawa yang dikandung lindi. Naiknya kadar clorida, natrium, besi, kesadahan total, dan nitrat dalam air sumur yang jaraknya semakin dekat dengan TPA menunjukkan adanya lindi yang masuk ke dalam air sumur tersebut.

Untuk mencegah merembesnya lindi ke air tanah, dasar dari TPA harus dibuat kedap air atau tidak tembus air. Jenis lapisan yang umum digunakan biasanya adalah lapisan lempung yang dipadatkan atau compacted clay liner (CCL). Kelemahan penggunaan lapisan lempung yang biasanya didapatkan disekitar lokasi adalah tidak memenuhi kriteria bahwa lapisan tersebut haruslah kedap air, oleh karena itu perlu dicari bahan yang dapat menahan rembesan lindi. Penggunaan bentonit melebihi 20% tidak efektif menurunkan kemampuan rembesan campuran (Daniel, 1987) karena sulit dipadatkan. Hanya saja penggunaan bentonit kurang dari 20% akan mengakibatkan bentonit mudah larut terbawa aliran air atau lindi.

Potensi bentonit di Indonesia sangat besar terutama di pulau Jawa dan Sumatera. Biasanya penggunaan bentonit masih terbatas sebagai lumpur bor pada proses pengeboran terutama pada pengeboran minyak bumi dan gas. Padahal bentonit sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai material penghalang (*barrier*) limbah di TPA. Sehingga sedikit sekali yang mempublikasikan sifat fisik, kimia, mekanik dan hidraulik yang berhubungan dengan penggunaan material tersebut sebagai barrier. Paper ini memperlihatkan hasil investigasi terhadap bentonit yang ada dipasar Indonesia terhadap selum sifat material yaitu sifat fisik, mekanik, dan hidraulik tanah.

## **Material**

Material yang digunakan adalah bentonit yang dijual secara luas di Indonesia. Meskipun telah lama digunakan misalnya pada proses pengeboran, akan tetapi belum pernah publikasi yang melaporkan sifat fisik, kimia, mekanik, dan hidraulik secara lengkap.

## **Metode**

Metode yang digunakan disini terutama berkaitan dengan pengujian sifat fisik, kimia, mekanik, dan hidraulik yang berkaitan erat dengan penggunaan bentonit sebagai material penghalang (*barrier*). Pengujian sifat-sifat fisik dan Kimia Bentonit antara lain pengujian berat jenis berdasarkan ASTM D 854 (ASTM, 1987), pengujian batas-batas

Atterberg berdasarkan ASTM D4318-93 (ASTM, 1987), distribusi ukuran butir berdasarkan ASTM D422-63 (ASTM, 1987), pengujian pemadatan dengan metode standar Proctor (ASTM D698), pengujian kapasitas pertukaran kation (cation exchange capacity). Sedangkan pengujian sifat-sifat hidrolis Bentonit yaitu pengujian kemampurembesan (permeabilitas) berdasarkan metode ASTM D 698 (ASTM, 1997) dan tegangan air pori negatif dengan menggunakan chilled mirror hygrometer technique.

Untuk pengujian sifat mekanik dilakukan pengujian geser dengan metode geser langsung ASTM D 3080. Untuk uji permeabilitas dan kuat geser langsung, sampel yang diuji adalah pada kondisi kadar air optimum dan kepadatan maksimum berdasarkan hasil uji pemadatan Proctor.

## **Hasil dan Pembahasan**

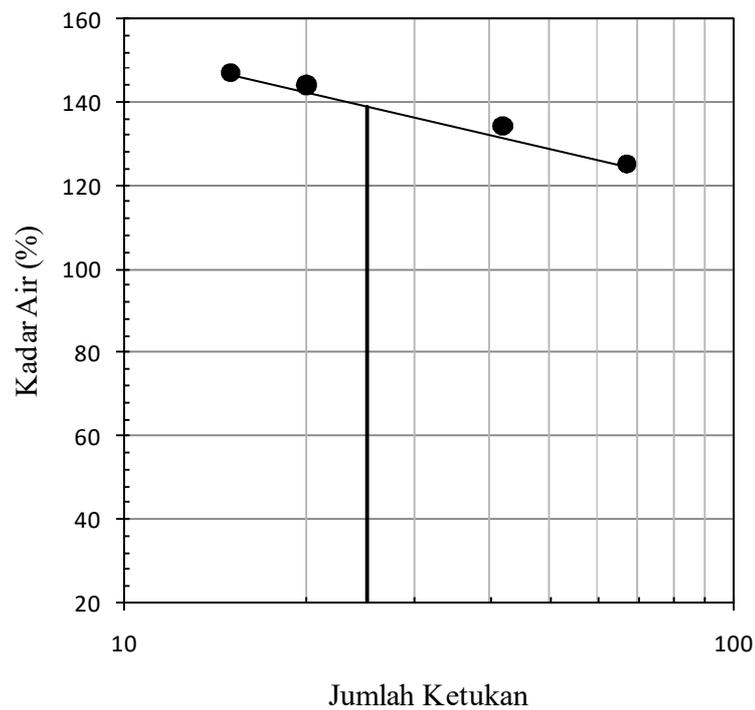
### **Sifat Fisik**

Sifat dasar bentonite yang diinvestigasi pada penelitian ini adalah kadar air sampel, specific gravity, distribusi ukuran butir, dan batas-batas Atterberg. Tes dilakukan berdasarkan standar ASTM (ASTM, 1997). Untuk specific gravity, test dilakukan berdasarkan standar ASTM D 854 (ASTM, 1987). Untuk mengeluarkan udara yang terperangkap di dalam sampel, picnometer dengan sampel jenuh air ditempatkan di atas kolam pasir yang dipanaskan dan diaduk secara perlahan. Tes dilakukan selama kurang lebih 5 hari untuk meyakinkan tidak ada udara yang terperangkap di dalam sampel. Specific gravity yang didapat adalah 2,78.

Kadar air sampel sebelum dicampur ditentukan dengan menggunakan metode ASTM D 2216 (ASTM, 1997). Sampel dikeringkan dengan oven selama 24 jam pada suhu 100oC. Kadar air sampel sebelum dicampur yang didapat adalah 14,94%.

Batas-batas Atterberg (batas-batas plastisitas) tanah dilakukan berdasarkan ASTM D 4318 (ASTM, 1987). Batas-batas Atterberg yang dilakukan termasuk batas cair dan batas plastis. Sampel dicampur dengan air untuk mencapai kadar air yang ditentukan, kemudian

diaduk ulang setiap hari selama satu minggu. Gambar 1 dan Tabel 1 memperlihatkan masing-masing hasil batas cair dan batas plastis bentonit yang digunakan pada penelitian ini. Batas-batas cair dan plastik yang didapat masing-masing 140 dan 54.65%. Dari data tersebut, indeks plastisitas (PI) dapat dihitung yang merupakan selisih antara batas cair dengan batas plastis adalah 85.35%. Nilai batas-batas plastisitas biasanya digunakan sebagai pengenalan awal mengenai sifat tanah karena banyak korelasi yang memperlihatkan hubungan antara batas-batas plastisitas ini dengan sifat mekanik maupun hidraulik tanah.



Gambar 1. Hasil tes batas cair (LL pada 25 ketukan)

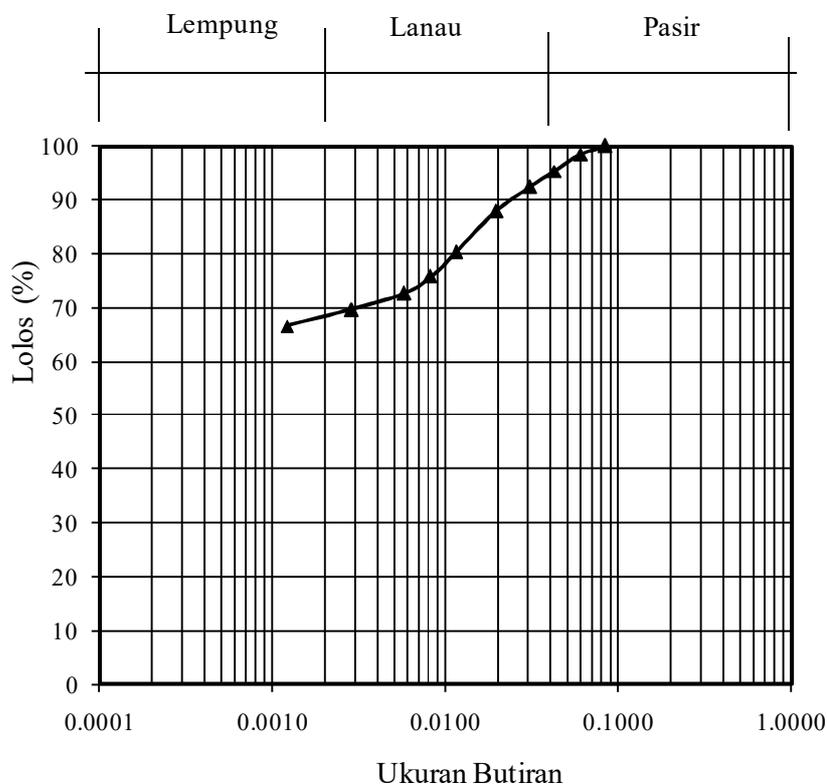
Tabel 1. Batas plastis tanah

Nomor sampel	1	2
Berat sampel basah+kontainer (g)	20,286	20,143
Berat sampel kering+kontainer (g)	19,912	19,825
Berat Air (g)	0,374	0,318
Berat kontainer (g)	19,213	19,255
Berat Kering (g)	0,699	0,570
Kadar Air (%)	53,505	55,789
Batas Plastis (%)	54,65	

Distribusi ukuran butiran diuji dengan menggunakan metode sedimentasi/ASTM D 422 (ASTM, 1997). Untuk metode sedimentasi, sampel didispersi menggunakan larutan sodium pyrophosphate selama percobaan. Hasil percobaan terlihat pada Gambar 2. Dari gambar didapat bahwa partikel dengan ukuran pasir, lanau, dan lempung masing-masing 3, 29, dan 68%. Dari data ini aktivitas tanah dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$Aktivitas (A) = \frac{PI}{Persentase\ lempung - C'}$$

dimana A adalah aktivitas tanah, PI indeks plastisitas, dan C' adalah konstanta dengan nilai 9 (Das, 2008). Dari data PI dan persentase lempung, nilai aktivitas tanah bentonit yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,4. Das (2008) juga membuat rangkuman mengenai nilai aktivitas tanah dan mineral lempung (Tabel 2). Dari tabel tersebut terlihat bahwa mineral lempung yang diuji adalah smectites yang biasa mengandung mineral montmorillonite yang secara komersil dikenal dengan bentonit.

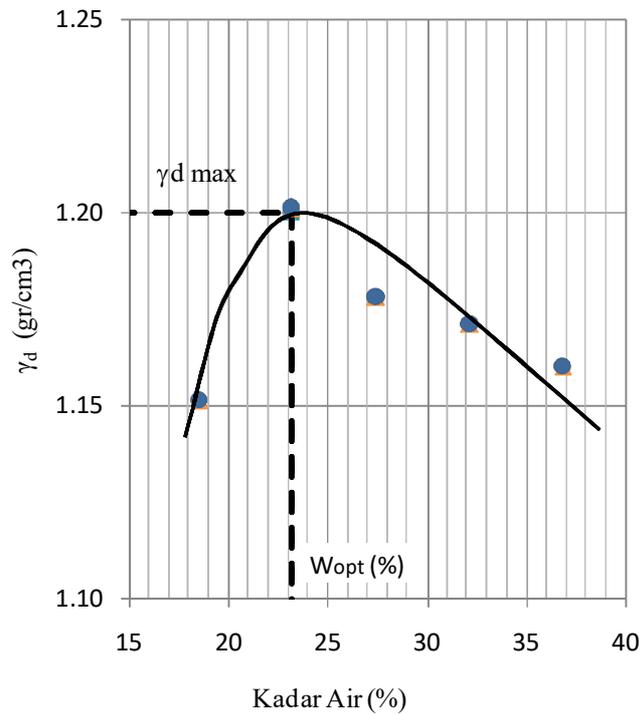


Gambar 2. Distribusi ukuran butiran bentonit

Tabel 2. Aktivitas mineral lempung (Das, 2008)

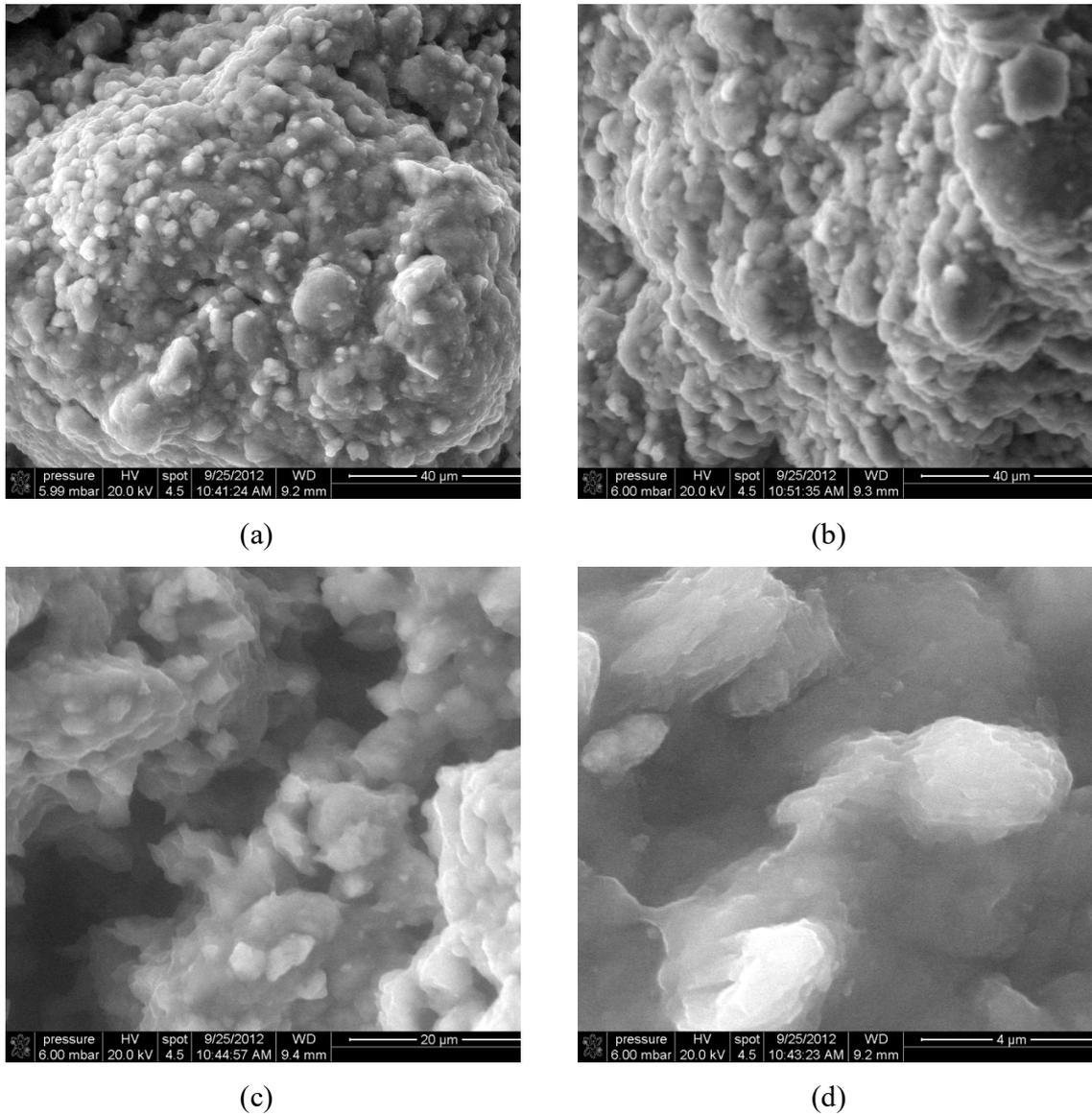
Mineral	Aktivitas (A)
Smectites	1-7
Illite	0.5-1
Kaolinite	0.5
Halloysite (4H <sub>2</sub> O)	0.5
Halloysite (4H <sub>2</sub> O)	0.1
Attapulgite	0.5-1.2
Allophane	0.5-1.2

Uji pemadatan bentonit dilakukan dengan menggunakan standar Proctor/ASTM D 698 (ASTM, 1997). Tanah dicampur dengan air dan didiamkan selama 7 hari sebelum dipadatkan. Hal ini berbeda dengan tipe lempung lain yang diperam hanya 1 hari. Hal ini dilakukan untuk meyakinkan keseragaman air di dalam air. Hasil pemadatan terlihat pada Gambar 3. Dari grafik didapat kadar air optimum adalah 23% dan kepadatan maksimum ( $\gamma_{d \max}$ ) adalah 1,20 t/m<sup>3</sup>.



Gambar 3. Pematatan Proctor bentonit

Untuk mempelajari mikroskopik bentonite digunakan environmental scanning electron microscopy (ESEM). Tes dilakukan di Laboratorium Kimia di Ruhr-Universitaet Bochum, Jerman. Meskipun bersifat kualitatif, struktur mikroskopik ini penting berkaitan dengan investigasi lanjutan ketika bentonit dicampur dengan polimer. Gambar 4 memperlihatkan mikroskopik bentonit yang difoto dengan menggunakan ESEM dengan pembesaran berkisar antara 5.000-50.000 kali. Dari gambar terlihat bahwa secara mikroskopik, bentonite tersusun dari partikel-partikel halus yang dengan ukuran kurang dari 4 $\mu$ m dan menyatu membentuk aggregate dengan ukuran yang lebih besar. Adanya partikel dan aggregate dengan ukuran yang berbeda menghasilkan pori-pori (yaitu ruang diantaranya) yang berbeda-beda pula (Gens and Alonso, 1992; Yong, 1999).



Gambar 4. Mikroskopik bentonit yang difoto dengan alat ESEM

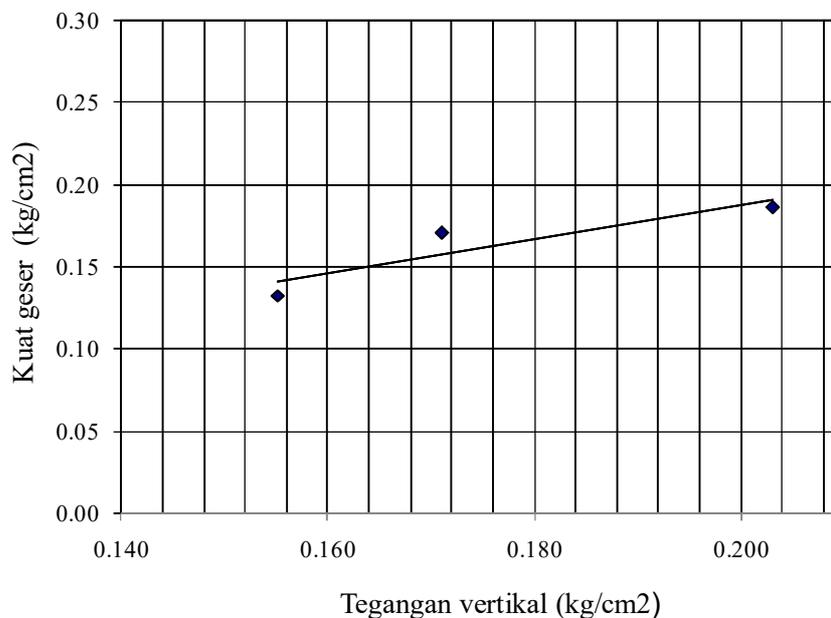
### Kapasitas Pertukaran Kation

Kapasitas pertukaran kation atau lebih umum dikenal sebagai cation exchange capacity (CEC) merupakan parameter yang penting dalam memprediksi perilaku bentonit yang digunakan. Beberapa hasil penelitian memperlihatkan hubungan antara CEC dengan sifat-sifat tanah, baik sifat fisik seperti batas-batas Atterberg dan juga sifat mekanik seperti tekanan mengembang atau potensi mengembang tanah. Metode yang digunakan pada

penelitian ini adalah metode penjenuhan dengan  $BaCl_2$ . CEC bentonit yang digunakan pada penelitian ini adalah 26,8 meq/100g. Dibandingkan dengan CEC bentonit lain yang sering digunakan seperti MX80 (USA) 73 meq/100g (Mueller-Vonmoos dan Kahr, 1983), Calcigel (Jerman) 48 meq/100g (Arifin dan Schanz, 2009), dan Kunigel (Jepang) 76 meq/100g (Komine dan Ogata, 2003), CEC bentonit ini lebih kecil. Meskipun demikian, nilai tersebut lebih besar dari lempung umumnya (kaolinite) 3-15 meq/100g (Mitchell dan Soga, 2005).

### Sifat Mekanik

Kuat geser bentonit dilakukan pada kondisi kepadatan maksimum yang didapat dari pemadatan Proctor (Gambar 3). Metode yang digunakan adalah kuat geser langsung (direct shear testi) berdasarkan standar ASTM D 3080 (ASTM, 1997). Sampel dipadatkan didalam ring dengan diameter sama dengan ring yang digunakan untuk uji kuat geser langsung. Pemadatan dilakukan dengan menggunakan dongkrak hidrolik secara statis. Dari hasil uji kuat geser didapatkan nilai kohesi ( $c$ ) 0.017  $kg/cm^2$  dan sudut gesek dalam ( $\phi$ )  $45^\circ$  (Gambar 5). Dimana nilai  $c$  adalah perpotongan kurva pada tegangan aksial sama dengan nol sedangkan nilai  $\phi$  adalah sudut kemiringan kurva.



Gambar 5. Kuat geser bentonit pada kepadatan maksimum

## Sifat Hidraulik

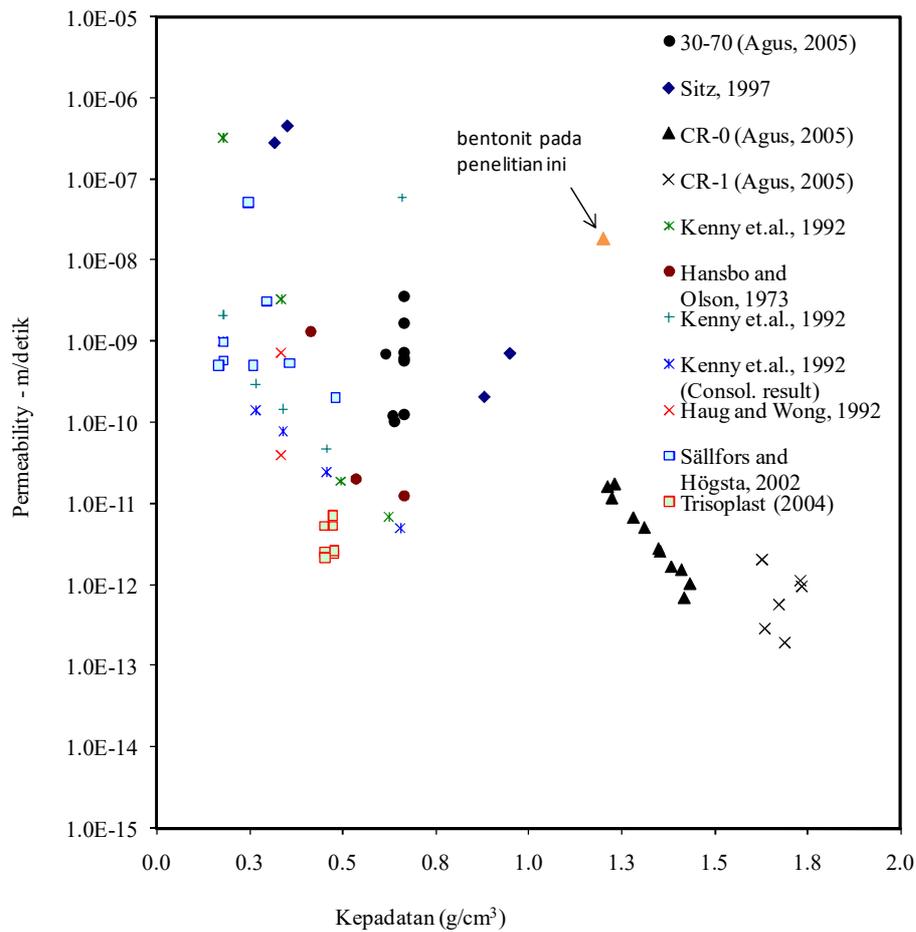
Sifat hidraulik yang sangat penting dalam hubungannya dengan penelitian ini adalah koefisien permeabilitas tanah. Permeabilitas adalah nilai kemampuan tanah untuk mengalirkan air yang diukur persatuan waktu. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode falling head test/ASTM D 698 (ASTM, 1997). Uji permeabilitas dilakukan pada sampel dengan kondisi kepadatan maksimum yaitu pada kadar air 23% dengan kepadatan  $1,2 \text{ g/cm}^3$ . Hasil uji permeabilitas dapat dilihat pada Tabel 3. Dari tabel, nilai koefisien permeabilitas yang didapat adalah  $1,90 \times 10^{-6} \text{ cm/detik}$  atau  $1,90 \times 10^{-8} \text{ m/detik}$ . Jika hasil ini diplot kedalam grafik hubungan antara kepadatan bentonite dengan nilai permeabilitas tanah seperti terlihat pada Gambar 6, maka terlihat bahwa bentonit yang digunakan pada penelitian ini memiliki nilai permeabilitas yang sangat kecil dan mendekati nilai permeabilitas bentonit yang digunakan oleh peneliti lain di dunia.

Tabel 3. Hasil uji permeabilitas dengan metode falling head tes.

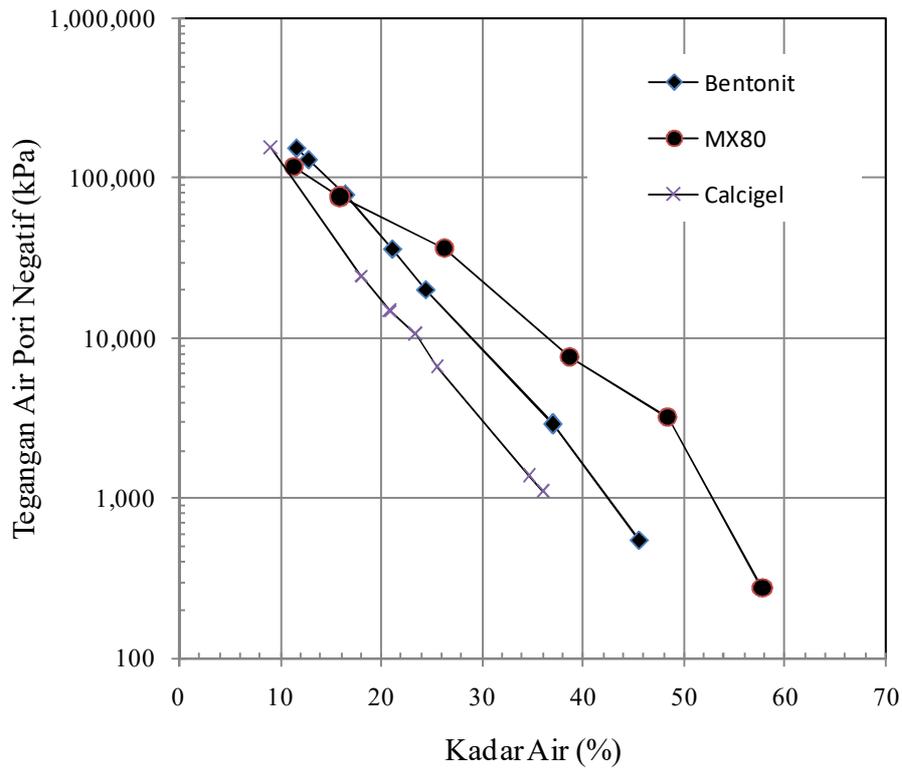
No. tes	$h_1$ (cm)	$h_2$ (cm)	Time (detik)	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	K (cm/detik)
1	67.5	55	43200	27	$1,94 \times 10^{-6}$
2	67.5	46	84600	27	$1,86 \times 10^{-6}$
3	67.5	36.5	129600	27	$1,94 \times 10^{-6}$
4	67.5	30.5	172800	27	$1,88 \times 10^{-6}$
5	67.5	24.5	216000	27	$1,92 \times 10^{-6}$
Rata-rata					$1,90 \times 10^{-6}$

Disamping permeabilitas, perilaku hidraulik yang penting adalah hubungan antara kadar air dengan tegangan air pori negatif tanah (suction). Hubungan ini biasa digunakan juga sebagai kemampuan bentonit untuk menahan air (water retention curve). Pada penelitian ini, tegangan air pori negatif didapat dengan menggunakan chilled-mirror hygrometer technique dengan alat aqualab. Tes dilakukan di Soil Mechanics Laboratory, Ruhr-Universitaet Bochum, Germany. Gambar 7 memperlihatkan kurve hubungan antara

kadar air dan tegangan air pori negatif bentonit yang digunakan pada penelitian ini dibandingkan dengan bentonit yang umum digunakan di dunia misalnya MX80 (Amerika) dan Calcigel (Jerman). Terlihat pada gambar, kemampuan menahan air bentonit yang diteliti terletak diantara Calcigel dan MX80. Hal ini memperlihatkan bahwa bentonite yang digunakan pada penelitian ini sangat sesuai sebagai penghalang (*barrier*) limbah sebagaimana Calcigel dan MX80.



Gambar 6.. Hubungan antara permeabilitas tanah dengan kepadatan



Gambar 7. Tegangan air pori negatif sebagai fungsi kadar air

## Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan, beberapa hal yang dapat disimpulkan antara lain:

1. Bentonit yang digunakan memiliki specific gravity 2,78 dengan kadar air awal 14,94%. Batas cair, batas plastis, dan plastisitas indeks adalah masing-masing 140%, 54,65%, dan 85,35% yang termasuk dalam lempung plastisitas tinggi. Dilihat dari nilai aktivitas 1,4, mineral lempung yang terkandung adalah smectite.
2. Bentonit memiliki kapasitas pertukaran kation 26,8 meq/100g. Dibandingkan besar kapasitas pertukaran kation bentonit yang umum digunakan di dunia, bentonit ini lebih kecil akan tetapi masih jauh lebih tinggi dari lempung umumnya.
3. Dari sifat hidraulik, permeabilitas bentonit yang dipadatkan pada kepadatan maksimum adalah  $1,9 \times 10^{-8}$  m/detik. Selain itu bentonit ini juga mampu menahan

air dengan kapasitas yang sangat besar sebanding dengan bentonit yang saat ini banyak digunakan di Eropa dan Amerika.

4. Dari sifat fisik, kimia, dan hidrauliknya, bentonit yang digunakan pada penelitian ini cocok digunakan sebagai material penghalang (barrier) terutama pada tempat pembuangan akhir sampah (TPA).

## **Referensi**

- Agus S.S. (2005) An experimental study on hydro-mechanical behavior of compacted bentonite-sand mixtures, PdD Thesis, Bauhaus-Universitaet Weimar, Germany.
- Arifin Y.F dan Schanz T (2009) Osmotic suction of highly plastic clays, *Actageotechnica*, 4(3): 177-194.
- ASTM, 1997, Annual Book of Standards. Volumes 04.08 and 04.09, Soil and rock, ASTM International. West Conshohocken. PA.
- Daniel, D.E. 1987, "Earthen Penghalangs for Land Disposal Facilities", *Geotechnical Practice for Waste Disposal'87*, Geotechnical Special Publication No.13, ASCE.
- Das B.M. (2008) *Advanced soil mechanics*, third edition, Taylor and Francis, New York, USA.
- Gens A. dan Alonso E.E. (1992) A Framework for the behaviour of unsaturated expansive
- Hansbo, S dan Olsson, C (1973) Geotechnical properties of sodium-bentonite, type volclay. Internal report. Chalmers University of Technology, Gothenburg, Sweden. (In Swedish)
- Haug, M.D. dan Wong, L.C. (1992) Impact of molding water content on hydraulic conductivity of compacted sand-bentonite. *Canadian Geotechnical Journal*, 29:253-362.
- Kenny, T.C., van Veen, W.A., Swallow, M.A. dan Sungaila, M.A. (1992) Hydraulic conductivity of compacted bentonite-sand mixture. *Canadian geotechnical journal*, 29:364-374.
- Komine H dan Ogata N (2003) New equations for swelling characteristics of bentonite-based buffer material. *Canadian Geotechnical Journal*, 40: 460-475.
- Mitchell J.K dan Soga K. (2005) *Fundamentals of Soil Behavior*, Third Edition, John Wiley and Sons, Inc. USA.

- Mueller-Vonmoos dan Kahr (1983) Mineralogische Untersuchungen von Wyoming Bentonite (MX80) und Montigel, NTB 83-12, NAGRA, Wetingen, Switzerland.
- Pujiastuti L, dan Endah, N.,1995, Pengaruh Lindi Sampah Kota Surabaya di TPA Sukolilo terhadap Kualitas Air Sumur Penduduk di Sekitarnya, Lembaga Penelitian, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Sällfors, G dan Högsta, A. (2002) Determination of hydraulic conductivity of sand-bentonite mixtures for engineering purposes. *Geotechnical and Geological Engineering* 20:65-80.
- Sitz, P. (1997) Materialuntersuchungen für Mehr- komponensysteme auf Ton/Bentonite Basis für Dichtung und Lastabtrag mit hohem Rückhaltvermögen für den langzeitsicheren Verschuß von UTD und Endlagern im Salinar. Abschlußbericht, TU Bergkademie Freiberg, Germany.
- Trisoplast (2004) Trisoplast mineral liners. Documentation Trisoplast®, Netherland
- Yong R.N. (1999) Soil suction and soil-water potentials in swelling clays in engineered clay barriers. *Engineering Geology*, Elsevier, 54: 3-13.

## SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN

Penelitian Tahap I telah berhasil menemukan Isolasi kitosan dari kulit udang yang dilakukan menghasilkan kitosan dengan derajat deasetilasi sebesar 74,06. Berdasarkan analisis gugus fungsi menggunakan FTIR sintesis superabsorben telah berhasil ditandai dengan adanya pergeseran dan hilangnya puncak pada bilangan gelombang tertentu. Berdasarkan kapasitas absorpsi dan rasio swelling superabsorben, pada perbandingan rasio kitosan dengan asam akrilat optimum pada perbandingan 1:16. Untuk variasi suhu, optimum pada suhu 80°C, dan untuk variasi pengikat silang MBA optimum pada 1,75% dari jumlah kitosan dan asam akrilat. Artinya, superabsorben yang optimal sebelum dicampur dengan bentonit telah didapatkan.

Penelitian Tahap I juga telah mendapatkan bahwa bentonit yang nantinya dicampur dengan superabsorben (polimer) telah memenuhi syarat baik secara sifat fisik, kimia, mekanik, maupun hidrauliknya. Maka langkah selanjutnya adalah mendapatkan rasio campuran antara superabsorben (polimer)-bentonit yang optimal yang nantinya dicampur dengan pasir sebagai tahap akhir.

Berikut ini adalah tahapan penelitian Tahap II:

### *A. Proses kopolimerisasi kitosan-g-poli(asam akrilat)/bentonit*

Dilakukan dengan sistem batch dalam reaktor kapasitas 1 L seperti pada penelitian tahap pertama. Tahap ini merupakan lanjutannya yang dilakukan pada kondisi optimum (terbaik pada penelitian tahap pertama dan dilakukan penambahan bentonit dengan variasi polimer/ B adalah 1:20,1:40,1:60,1:80 dan 1:100.

### *B. Karakterisasi Superabsorben*

Karakterisasi meliputi swelling ratio, gugus fungsi dengan FTIR, analisa morfologi dengan SEM, ketahanan terhadap panas dengan TGA, kapasitas adsorpsi, % konversi.

*C. Pengujian sifat-sifat fisik dan Kimia Bentonit-Superabsorben*

- 1) Pengujian berat jenis berdasarkan ASTM D 854 (ASTM, 1987)
- 2) Pengujian batas-batas Atterberg berdasarkan ASTM D4318-93 (ASTM, 1987)
- 3) Distribusi ukuran butir berdasarkan ASTM D422-63 (ASTM, 1987)
- 4) Pengujian pemadatan dengan metode standar Proctor (ASTM D698)
- 5) Pengujian kapasitas pertukaran kation (*cation exchange capacity*)

*D. Pengujian sifat-sifat hidrolis Bentonit-Superabsorben*

- 1) Pengujian kemampurembesan (permeabilitas) berdasarkan metode ASTM D 698 (ASTM, 1997)
- 2) Tegangan air pori negatif dengan menggunakan *chilled mirror hygrometer technique*

*E. Pengujian sifat-sifat mekanik Bentonit-Superabsorben*

- 1) Pengujian kemampumampatan berdasarkan metode ASTM D 2435 (ASTM, 1997)
- 2) Pengujian tekanan pengembangan tanah berdasarkan metode ASTM D 4546 (ASTM, 1997)
- 3) Pengujian geser dengan metode geser langsung dan unconfined test ASTM D 3080 dan ASTM 2166

Produk akhir dari penelitian Tahap II ini adalah superabsorben dari kitosan graf poli (asam akrilat)/bentonit terbaik dan persentase campuran bentonit-superabsorben terbaik dilihat dari sifat fisik, hidrolis, dan mekaniknya.