

# PELLETISASI BENTONIT SEBAGAI PRESERVASI MIKROORGANISME PENGURAI LIMBAH ORGANIK; REKAYASA DAN PELLETISASI

Happy Sembiring<sup>1</sup>, Eko Tri Sumarnadi<sup>1</sup>, Gurharyanto<sup>1</sup>, dan Mutia Dewi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Puslit Geoteknologi – LIPI, Jl. Sangkuriang Bandung 40135  
E-mail: sembiring\_happy@yahoo.co.id

## Abstrak

Akhir-akhir ini, pengolahan limbah organik dari industri beralih ke metoda biologi dengan menggunakan mikroorganisme dalam kultur cair dan serbuk, namun kultur cair mempunyai waktu simpan yang relatif singkat (3-6 bulan), sedangkan dalam kultur serbuk menimbulkan infeksi saluran pernafasan. Untuk itu diupayakan sebuah sediaan lain dalam bentuk tablet yang dapat mengatasi permasalahan diatas. Agar sediaan dalam bentuk tablet dapat berkompetisi dengan sediaan lain, telah dilakukan: karakterisasi dan rekayasa bentonit, serta pelletisasi. Hasil penelitian menunjukkan, bentonit memiliki rongga bukaan 14,32A°. Dengan memberi perlakuan yakni: pemurnian, aktivasi dan interkalasi, maka terjadi pembesaran rongga bentonit menjadi 28,16 A°. Namun peningkatan pembesaran rongga bentonit tersebut belum cukup optimal. Optimalisasi dilakukan dengan mengoptimalkan parameter-parameter dalam proses adsorpsi EDA (Ethylene Diamine) oleh bentonit. Dari hasil penelitian terlihat adanya peningkatan besaran rongga bentonit dari 28,16A° menjadi 29,37A°, yang disebabkan pertukaran kation-kation  $Ca^{+2}$ ,  $Mg^{+2}$  dan  $Na^{+}$  oleh  $Al^{+3}$ . Untuk memperoleh preservasi mikroorganisme dalam bentuk tablet dengan besaran rongga bentonit seperti diatas (29,37A°), maka dilakukan pelletisasi dengan formula: bentonit, CMC (Carboxyl Methyl Cellulose), Starch, Asam Stearat. Hasil penelitian menunjukkan, bahwa tingkat dissolubility tertinggi dari tablet diatas adalah 100 % dalam 100 detik pada formula sebagai berikut: bentonit 76,9 %; CMC 15,4 %; Starch 3,90 % dan asam stearat 3,80 % pada tekanan 200 kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** Limbah Organik, Bentonit, Metoda Biologi, Preservasi, Mikroorganisme

## PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini, pengolahan limbah organik dari industri beralih ke metoda biologi dengan menggunakan mikroorganisme dalam kultur cair dan serbuk. Dalam implementasi pengolahan air limbah dengan metoda biologi, akan mengalami masalah terutama dengan masuknya bahan toksik dan perubahan pH pada unit pengolahan yang mengakibatkan mikroorganisme tersebut akan mati. Dengan demikian diperlukan cadangan mikroorganisme yang cukup besar. Kendala lain yang dihadapi oleh industri adalah metoda penyimpanan mikroorganisme, dimana penyimpanan dalam kultur cair menemui kesulitan yakni: pemberian makanan; nutrisi; pemberian oksigen dan waktu simpan yang relatif singkat (3-6 bulan). Sedangkan dalam kultur serbuk dapat menimbulkan infeksi saluran pernafasan (Sembiring & Susilorukmi, 1998). Untuk mengatasi masalah tersebut, dilakukan penelitian bentonit yang berasal dari Karangnunggal (Jawa-Barat) sebagai preservasi mikroorganisme, sehingga dapat bertahan hidup (3–5 tahun) dengan prototip bentuk tablet dan sekaligus dapat melindungi mikroorganisme yang rentan terhadap perubahan kondisi lingkungan serta dapat ditujukan untuk keamanan/kemudahan transportasi mikroorganisme tersebut. Mineral bentonit dipilih, karena strukturnya terdiri dari  $Na^{+}$ ,  $Al_3SiO_2$  yang tidak mengandung logam berat dan mempunyai rongga pori yang banyak sehingga dapat dipakai sebagai dasar penyimpan/preservasi mikroorganisme. Data sekunder, menunjukkan bahwa mikroorganisme mempunyai peluang untuk hidup dan berkembang dalam mineral-mineral yang bersifat adsorban (Sembiring, dkk., 1997). Dari hasil karakterisasi mineral bentonit, ternyata memiliki rongga bukaan 14,32A°.

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh cetak biru (*blue print*) teknologi proses, dan prototip preservasi mikroorganisme dalam bentuk tablet. Sedangkan sasarannya dibagi dalam dua bagian yaitu;

- Untuk mendapatkan mineral yang bersifat adsorban sebagai bahan utama preservasi mikroorganisme.

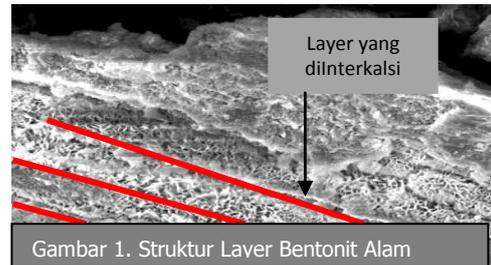
- Untuk mendapatkan teknologi proses, rekayasa mineral bentonit dan formula pembuatan tablet sebagai preservasi mikroorganisme.

## METODOLOGI

### 1. Kerangka Pemikiran

#### **Pembesaran rongga bentonit**

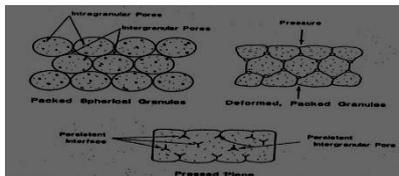
Hasil observasi secara mikroskopis, terlihat mineral bentonit berstruktur layer (Gambar 1), sehingga memungkinkan untuk menambah daya serap bentonit bila jarak antar layer tersebut diperbesar. Proses pembukaan rongga antar layer dapat dilakukan dengan interkalasi.



Gambar 1. Struktur Layer Bentonit Alam

#### **Formulasi dan pencetakan tablet preservasi mikroorganisme**

Bahan utama dari formula tablet adalah bentonit, sedangkan bahan aditif yang akan digunakan adalah CMC (Carboxyl Methyl Cellulose), Starch dan Asam Stearat. CMC berfungsi sebagai *bonding material*, Starch sebagai *depressant agent* dan Asam Stearat sebagai bahan pelumas/pelicin saat pencetakan.



Gambar 2. Perubahan Mikro Struktur

Pencetakan kering dilakukan untuk merubah campuran dari bentuk bubuk menjadi bentuk tablet. Terbentuknya tablet, disebabkan terjadinya perubahan bentuk partikel dan porositas lihat Gambar 2. Pencetakan bertujuan untuk meningkatkan bidang kontak partikel sehingga daya ikat antara partikel semakin kuat (J. Reed, 1998).

### 2. Metoda Pengumpulan Data

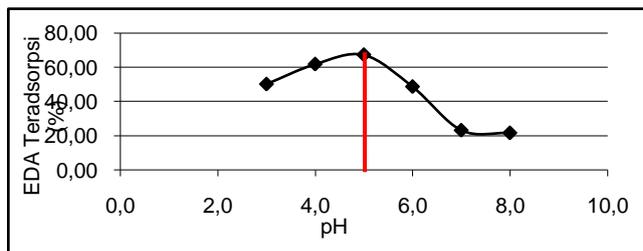
Metoda pengumpulan data, akan dilakukan melalui tahapan-tahapan kegiatan yaitu: 1). Optimalisasi pembesaran rongga pori bentonit. 2). Menentukan komposisi bentonit, CMC, Starch dan Asam Stearat. 3). Pencetakan tablet. 4). Melakukan uji dan analisis tingkat *dissolubility* tablet dalam media air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Optimalisasi Pembesaran Rongga Pori Bentonit

#### **Pertukaran Kation $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ dan $Na^+$ Pada pH Optimal**

Tingkat adsorpsi EDA akan optimal, bila proses berlangsung pada pH optimum. Proses interkalasi dikondisikan dengan parameter tetap yakni : ukuran butir bentonit 100 mesh, suhu kamar, waktu kontak 20 menit, kecepatan agitasi 150 rpm dan konsentrasi EDA 10 ppm. Sedangkan variabel yang digunakan adalah pH luluhan pada rentang pH: 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Hasil percobaan menunjukkan bahwa titik optimum dari adsorpsi EDA oleh bentonit terjadi pada pH 5 yaitu 67,21%, lihat Gambar 3. Hal ini terjadi karena gugus-gugus aktif bentonit mengikat kation EDA melalui ikatan koordinasi menjadi semakin besar. Selain itu ketersediaan  $H^+$  pada pH 5 tidak terlalu banyak, sehingga peluang terjadinya kompetisi antara  $H^+$  dengan kation EDA dalam adsorpsi oleh bentonit sangat kecil.

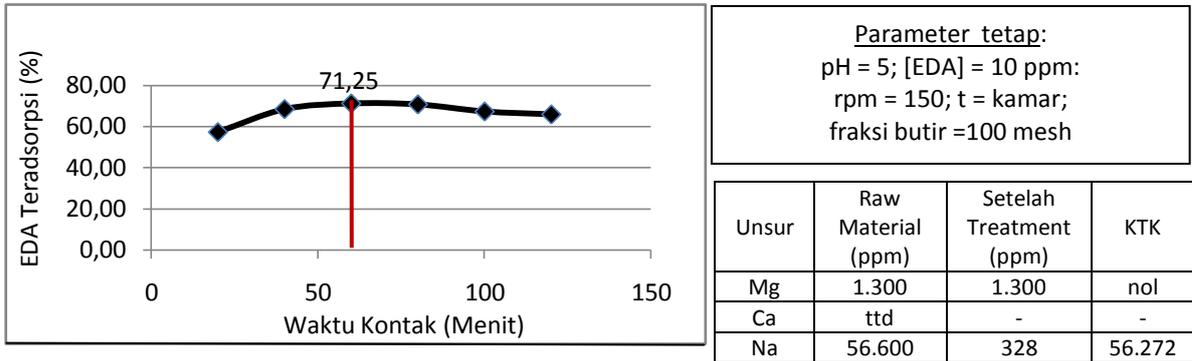


Gambar 3. pH optimal dan KTK pada proses adsorpsi EDA oleh Bentonit

Unsur	Raw Material (ppm)	Setelah Treatment (ppm)	KTK
Mg	1.300	1.300	noI
Ca	Ttd	-	-
Na	56.600	262	56.338

**Pertukaran Kation Ca, Mg dan Na Pada Waktu Kontak Optimal**

Pada tahap yang menjadi variabel adalah waktu kontak yakni: 20, 40, 60, 80, 100 dan 120 menit. Dari hasil percobaan menunjukkan kemampuan optimum adsorpsi bentonit terhadap EDA terjadi pada waktu kontak 60 menit, dengan tingkat adsorpsi 71,25 %, lihat Gambar 4.

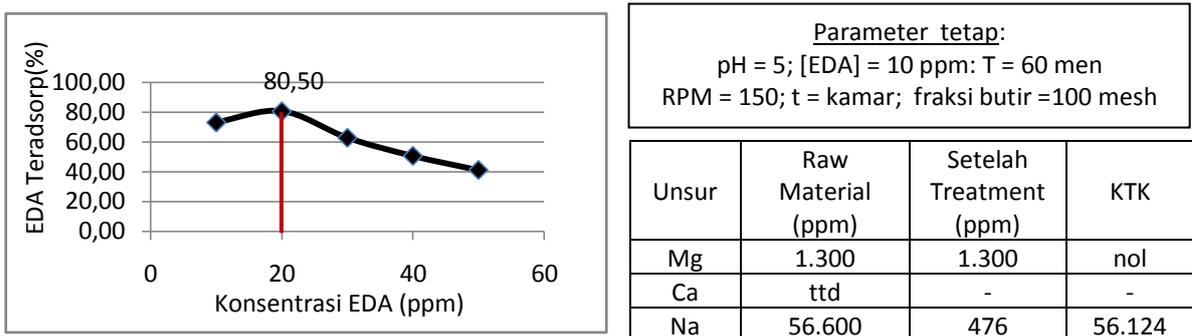


**Gambar 4 .** Waktu kontak optimal dan KTK pada proses adsorpsi EDA oleh bentonit

Hal ini disebabkan waktu kontak yang relatif singkat, dimana ion-ion EDA belum berinteraksi secara keseluruhan dengan gugus aktif bentonit. Sedangkan pada waktu kontak 80, 100 dan 120 menit, ion-ion EDA yang terserap terlepas kembali akibat waktu agitasi berlebih, sehingga menurunkan tingkat adsorpsi.

**Pertukaran Kation Ca, Mg dan Na Pada Konsentrasi EDA Optimal**

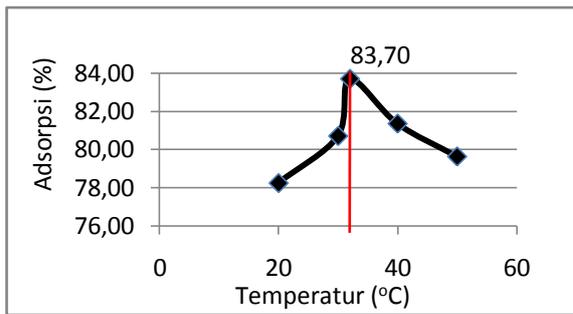
Optimalisasi dilakukan dengan menggunakan variabel konsentrasi EDA dengan rentang 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Hasil percobaan menunjukkan kemampuan optimum adsorpsi terjadi pada konsentrasi EDA sebesar 20 ppm, dengan tingkat adsorpsi 80,5 %, lihat Gambar 5. Hal ini disebabkan perbandingan jumlah adsorbat dengan gugus aktif bentonit sudah tepat. Semakin besar [EDA], kerapatan ion-ion mengakibatkan kecepatan tumbukan menjadi lambat, sehingga jumlah ion-ion EDA yang teradsorpsi oleh bentonit mengecil.



**Gambar 5 .** Konsentrasi EDA optimal dan KTK pada proses adsorpsi oleh bentonit

**Pertukaran Kation Ca, Mg dan Na Pada Temperatur Luluhan Optimal.**

Optimasi temperatur luluhan dilakukan dengan variabel temperatur 20, 30, 40 dan 50°C. Dari hasil percobaan, menunjukkan bentonit dapat mengadsorpsi ion-ion EDA secara efektif pada temperatur luluhan 32°C, dengan tingkat adsorpsi 83,70%, lihat Gambar 6.



**Parameter tetap:**  
 pH = 5; [EDA] = 20 ppm; T = 60 men.  
 rpm = 150; fraksi butir = 100 mesh.

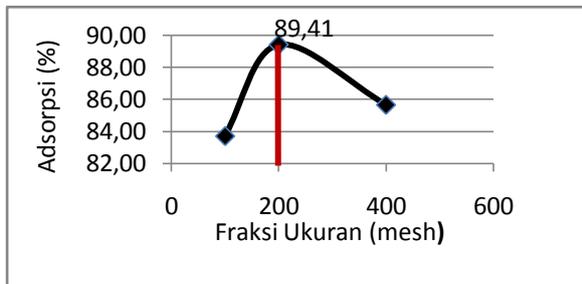
Unsur	Raw Material (ppm)	Setelah Treatment (ppm)	KTK
Mg	1.300	1.300	nol
Ca	ttd	-	-
Na	56.600	314	56.285

**Gambar 6.** Temperatur Optimal dan KTK pada proses adsorpsi EDA oleh bentonit

Hal ini disebabkan terjadinya peningkatan energi dan rektivitas ion, bila dibandingkan dengan kemampuan adsorpsi bentonit terhadap EDA pada temperatur kamar. Namun prosentase adsorpsi akan menurun dengan bertambahnya temperatur luluhan, karena peningkatan tegangan permukaan, sehingga kemampuan adsorpsi semakin menurun.

**Pertukaran Kation Ca, Mg dan Na Pada Fraksi Ukuran Optimal**

Pada tahap ini, yang menjadi variabel adalah fraksi ukuran butir yakni: 100, 200 dan 400 mesh. Dari hasil percobaan, menunjukkan bentonit dapat mengadsorpsi ion-ion EDA secara efektif pada fraksi ukuran 200 mesh, dengan tingkat adsorpsi 89,41, Gambar 7. Hal ini disebabkan total luas permukaan bentonit pada 200 mesh lebih besar dari fraksi ukuran 100 mesh. Sedangkan pada fraksi ukuran 400 mesh tidak terjadi peningkatan.



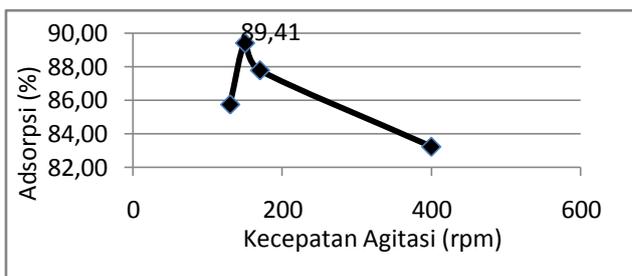
**Parameter tetap :**  
 pH = 5; [EDA] = 20 ppm; T = 60 men.  
 rpm = 150; t = 32°C

Unsur	Raw Material (ppm)	Setelah Treatment (ppm)	KTK
Mg	1.300	1.300	nol
Ca	Ttd	-	-
Na	56.600	498	56.102

**Gambar 6.** Fraksi Ukuran Butir Optimal dan KTK pada proses adsorpsi EDA oleh bentonit

**Pertukaran Kation Ca, Mg dan Na Pada Kecepatan Agitasi Optimal**

Untuk mengoptimalkan tingkat penyerapan EDA oleh bentonit, maka dilakukan variasi kecepatan agitasi pada: 130; 150; 170 dan 200 RPM. Sedangkan parameter tetap seperti diatas. Hasil percobaan, menunjukkan bentonit dapat mengadsorpsi ion-ion EDA secara optimal pada kecepatan agitasi 150 RPM, dengan tingkat adsorpsi 89,41%, lihat Gambar 7.



Unsur	Raw Material (ppm)	Setelah Treatment (ppm)	KTK
Mg	1.300	1.300	nol
Ca	Ttd	-	-
Na	56.600	518	56.082

**Gambar 7 .** Kecepatan Agitasi Optimal dan KTK pada proses adsorpsi EDA oleh bentonit

## 2. Formulasi Dan Pembuatan Tablet

Pencetakan tablet dilakukan dengan kuat tekan 100; 150 dan 200 Kg/cm<sup>2</sup>. Sifat-sifat tablet yang paling baik diperoleh pada: *density* 1,75, kekerasan 13,55 kg/cm<sup>2</sup> dan *dissolubility* 100% selama 100 detik pada tekanan 200 kg/cm<sup>2</sup> terhadap formula: bentonit 76,9%; CMC 15,4%, Starch 3,9% dan Stearat 3,8%.

**Tabel 1** . Hasil Pengukuran Pencetakan Tablet Preservasi

No	Tekanan (kg/cm <sup>2</sup> )	Bentonit (gram)	CMC (gram)	Starch (gram)	Stearat (gram)	Jumlah (gram)	Density (gram/cm <sup>3</sup> )	Kekerasan kg/cm <sup>2</sup>	Dissolubility (detik)
A1	100	10	0,50	0,50	0,50	11,50	1,20	6,50	30
A2		10	1,00	0,50	0,50	12,00	1,25	7,00	35
A3		10	1,50	0,50	0,50	12,50	1,20	7,50	35
A4		10	2,00	0,50	0,50	13,00	1,25	7,50	35
A5		10	2,50	0,50	0,50	13,50	1,20	7,50	45
A6		10	1,50	1,00	0,50	13,00	1,25	7,55	40
A7		10	1,50	1,50	0,50	13,50	1,30	7,50	40
A8		10	1,50	2,00	0,50	14,00	1,35	7,55	40
A9		10	1,50	2,50	0,50	14,50	1,30	7,55	50
B1	150	10	0,50	0,50	0,50	11,50	1,30	7,60	40
B2		10	1,00	0,50	0,50	12,00	1,30	7,55	40
B3		10	1,50	0,50	0,50	12,50	1,35	7,60	40
B4		10	2,00	0,50	0,50	13,00	1,30	7,60	45
B5		10	2,50	0,50	0,50	13,50	1,45	7,60	50
B6		10	1,50	1,00	0,50	13,00	1,10	8,00	55
B7		10	1,50	1,50	0,50	13,50	1,50	8,50	65
B8		10	1,50	2,00	0,50	14,00	1,50	8,80	60
B9		10	1,50	2,50	0,50	14,50	1,65	10,00	70
C1	200	10	0,50	0,50	0,50	11,50	1,60	11,50	85
C2		10	1,00	0,50	0,50	12,00	1,60	12,00	90
C3		10	1,50	0,50	0,50	12,50	1,70	13,00	95
C4		10	2,00	0,50	0,50	13,00	1,75	13,55	100

Hasil pencetakan dengan tekanan sebesar 200 kg/cm<sup>2</sup> memberikan kekerasan tablet 13,55 kg/cm<sup>2</sup> yang memenuhi ketentuan standar sebesar (10-20) Kg/cm<sup>2</sup> (Parrot,1971). Bila dibandingkan hasil pencetakan pada tekanan 100 dan 200 Kg/cm<sup>2</sup>, ada perbedaan nilai kekerasan sebesar 6,0 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan peningkatan jumlah bahan perekat dari 0,5-2,5 gram dari semua tekanan hanya menghasilkan perubahan antara (0,5-2,0) Kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan nilai *density* tablet (A4, B4 dan C4), maka perubahan tekanan cetak dari 100 Kg/cm<sup>2</sup> menjadi 200 Kg/cm<sup>2</sup> hanya menyebabkan kenaikan *density* dari 1,25 ke 1,75 gr/cm<sup>3</sup>. Fenomena ini menunjukkan laju peningkatan tekanan cetak tidak seimbang dengan *density*, karena penggunaan CMC yang mempunyai sifat *spring back* cukup besar (James Reed, 1998).

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian tersebut diatas, maka dapat disimpulkan antara lain:

1. Optimalisasi parameter-parameter dalam proses interkalasi, menambah pembesaran rongga bentonit menjadi 29,37 A<sup>o</sup> pada pH: 5; waktu kontak 60 menit; konsentrasi EDA 20 ppm; temperatur luluhan 32°C; kecepatan agitasi 150 RPM dan fraksi ukuran butir bentonit 200 mesh.
2. Komposisi tablet preservasi mikroorganisme pada formula: bentonit 76,9 %; CMC 15,4 %; Starch 3,9 % ; Asam Stearat 3,8 % dan tekanan 200 kg/cm<sup>2</sup> menghasilkan tingkat *dissolubility* tertinggi (100 % dalam 100 detik) dan kekuatan 13,35 kg/cm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

James Reed, 1998. *Principle of Ceramic Processing*. Jhon Whelly & Sons, New York.

Parrot, 1971. *Pharmaceutical Technology Fundamental Pharmacutics*. Burgess Press.

Sembiring, T., dan A. Susilorukmi, 1997. *Pengujian Pellet Mikroba Penghancur Phenol*, Proceeding Seminar Nasional Fisika Terapan dan Lingkungan '97, Serpong, ISBN 979-8580-15-X; 979-8580-17-6.

Sembiring, dkk., 1997. *Pelletisasi Mikroorganisme Bakteri Penghancur Phenol: Buatan Pellet dengan Bahan Tambahan Mineral Alam*. Prosiding Seminar Nasional Biologi XV, Lampung, ISBN : 979-8287-17-7.

Sembiring, T., dan Susilorukmi, 1998. *Uji Viabilitas Bakteri Penghancur Phenol dalam Pellet Dolomit, Zeolit dan Karbon Aktif*. Teknologi Indonesia.