

## **HYBRID KITOSAN/BENTONIT SEBAGAI MATRIKS UNTUK PELEPASAN ION AMONIUM DALAM AIR**

Bambang Piluharto<sup>1\*</sup>, Yusril Ihza Mahendra<sup>1</sup>, Novita Andarini<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kimia, FMIPA  
Universitas Jember

\*email: bampito.fmipa@unej.ac.id

### **Abstrak**

Hybrid kitosan/bentonit dalam bentuk *bead* telah berhasil dibuat dengan berbagai rasio komposisi kitosan dan bentonit. Dalam penelitian ini, *bead* dari hybrid ini digunakan sebagai matriks untuk ion amonium. *Bead* dibuat dengan pengendapan suspensi kitosan dan bentonit menggunakan koagulan NaOH. *Bead* hybrid yang diperoleh dikarakterisasi daya serap air (DSA) dan pelepasan ion amonium dalam air. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa bentuk *bead* dipengaruhi oleh kandungan bentonit dalam hybrid. Peningkatan kandungan bentonit dalam hybrid menurunkan nilai DSA, namun meningkatkan pelepasan ion amonium dalam air. Sisa basa pada permukaan *bead hybrid* mempengaruhi deteksi pelepasan ion amonium dalam air.

**Kata kunci:** *hybrid, bead, suspensi, daya serap air, pelepasan ion*

### **Abstract**

Chitosan/bentonite hybrid in the form of beads was successfully prepared in various of chitosan and bentonite composition ratio. In this study, beads of hybrid play role as matrix for ammonium ions. Beads prepared by precipitation of chitosan and bentonite suspension using NaOH as coagulant. Characterization beads obtained were carried out on water uptake and release of ammonia ions in the water. The results showed that forms of bead were affected by bentonite content in the hybrid. Increasing of bentonite content decreased water uptake of hybrid, however the release of ammonia ions in the water increased. Remaining base in the beads surface affected detection of release of ammonia ions in the water.

**Keywords:** *hybrid, beads, suspension, water uptake, release of ions*

### **Pendahuluan**

Hasil beberapa kajian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk secara konvensional pada tanaman hanya sekitar 25-50 % yang dapat diserap tanaman, selebihnya dilepas ke lingkungan bersama air. Selain kurang efisien, kelebihan pupuk menimbulkan pencemaran lingkungan khususnya pencemaran tanah (Lubkowski et al., 2015). Sistem pelepasan pupuk secara terkendali (*control released fertilizer, CRF*) digunakan untuk mengurangi kelemahan-kelemahan

penggunaan pupuk secara konvensional. Sistem ini terdiri dari suatu matriks padatan dan pupuk/nutrient. Pada prinsipnya, pelepasan pupuk dapat dikontrol melalui suatu matriks yang berfungsi sebagai penghalang selektif (*selective barrier*) (Azeem et al., 2014 dan Lu et al., 2015).

Sebagian besar material matriks dalam CRF dibuat dari polimer. Dari polimer-polimer tersebut, matriks yang digunakan dalam CRF adalah material yang berbasis polimer sintetik. Penggunaan polimer sintetik sebagai material sintetik

didasarkan pada beberapa alasan, seperti proses pembuatannya mudah serta memiliki kestabilan kimia dan mekanik yang tinggi. Namun demikian, secara umum polimer sintetik memiliki kelemahan yakni kurang ramah lingkungan karena sulit terdegradasi (Lu *et al.*, 2015).

Pengembangan matriks CRF berbasis bahan-bahan dapat terbiodegradasi telah banyak dilakukan. Kitosan, pati, poliuretan, zeolite, bentonit dan bahan-bahan berbasis biomassa adalah material-material yang bersifat ramah lingkungan. Kitosan adalah salah satu material yang banyak digunakan sebagai matriks CRF didasarkan dari sifat-sifatnya antara lain daya serap air yang tinggi, tidak beracun, dan dapat terbiodegradasi (Croisier dan Jerome, 2013). Namun demikian, kitosan memiliki kelemahan dari stabilitas mekanik yang rendah. Dengan demikian, pengembangan kitosan sebagai matriks untuk CRF perlu diarahkan untuk mengatasi kelemahan sifat mekaniknya.

Penelitian ini bertujuan membuat matriks berbasis kitosan untuk pelepasan ion ammonia dalam air. Dalam penelitian ini, matriks dibuat dari campuran kitosan dengan bentonit, yang selanjutnya disebut sebagai hybrid kitosan/bentonit. Beberapa kajian sebelumnya terkait dengan penambahan bentonit pada kitosan menunjukkan peningkatan kestabilan mekanik (Histrodor, 2009, Teofilovic *et al.*, 2014).

## Metode Penelitian

### Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan adalah Ion *selective electrode* NH<sub>4</sub><sup>+</sup> ELIT 8051 dengan *reference electrode* ELIT 003n (NICO 2000), pH meter (Hobrida), kamera *digital*, dan beberapa peralatan gelas. Adapun bahan yang adalah kitosan (berat molekul (BM) 310 – 375 kDa) dan Bentonit (BM 284 g/mol) diperoleh dari Sigma Aldrich. Asam Asetat glasial, sodium klorida, ammonium klorida, perak nitrat dan tembaga sulfat pentahidrat diperoleh dari Merck. Akuades diperoleh dari distilasi air

di laboratorium kimia analitik Universitas Jember.

### Prosedur penelitian

Prosedur pembuatan *hybrid* kitosan bentonit mengikuti prosedur yang telah dibuat Histrodor *et al.* (2012), namun dilakukan modifikasi dengan menjadikan campuran suspensi (kitosan dan bentonit) dalam bentuk *bead*. Dalam penelitian ini, campuran suspensi dibuat dengan berbagai perbandingan komposisi berat antara kitosan dan bentonit, yaitu 1:0; 1:1; 2:1 dan 3:1.

Pembuatan *bead* dilakukan dengan memasukkan campuran suspensi ke dalam spuit (jarum suntik) ukuran 20 mL, kemudian diteteskan pelan-pelan ke dalam beaker gelas 500 mL yang berisi larutan NaOH 2M disertai pengadukan. *Bead* yang diperoleh selanjutnya disaring dan diikuti pencucian dengan akuades beberapa kali sampai diperoleh pH yang netral. *Bead* selanjutnya dikeringkan di oven pada suhu 40 °C selama 24 jam.

Prosedur penentuan DSA mengikuti prosedur yang dilakukan Piluharto *et al.* (2011), dengan rumus sebagai berikut:

$$DSA = \frac{W_b - W_k}{W_k} \times 100\% \quad (1)$$

Pelepasan ion ammonia dalam air menggunakan uji statis, sesuai dengan prosedur yang dilakukan oleh Tomasweska dan Jarosiewiz (2002). Pengukuran dilakukan selama 8 hari, dengan pengamatan pelepasan ion ammonia dilakukan setiap hari. Pelepasan ion ammonia diukur secara potensiometri menggunakan elektroda ion selektif (EIS) amonium.

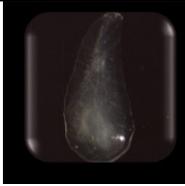
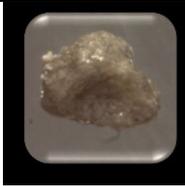
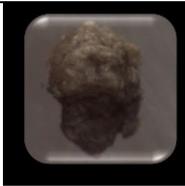
## Hasil dan Pembahasan

### Bead Hybrid Kitosan/Bentonit

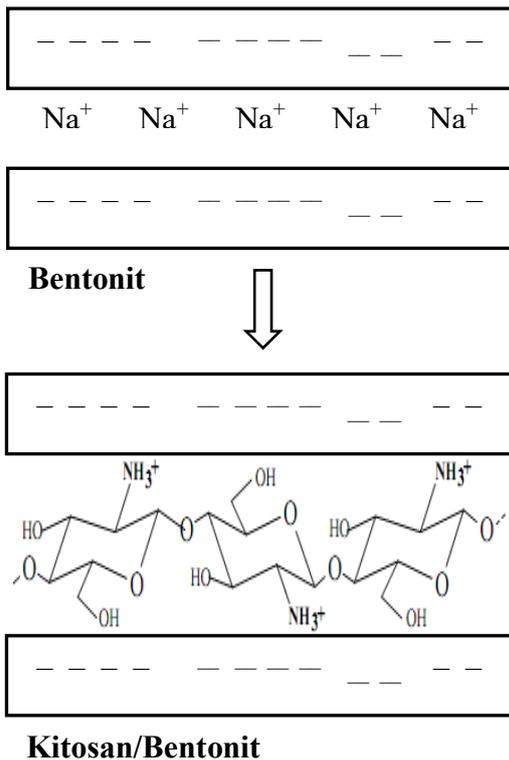
Matriks hybrid yang diperoleh dari berbagai rasio kitosan terhadap bentonit ditunjukkan pada Gambar 1. Secara fisik, bentuk *bead* kitosan dan hybridnya diamati secara makro dan mikro. Secara makro

menggunakan kamera dengan resolusi 5.0 MPixel, sementara secara mikro menggunakan miroskop optic dengan perbesaran 30 kali. Berdasarkan gambar tersebut, tampak bahwa kitosan tanpa penambahan bentonit (1:0) membentuk *bead* yang berekor, sementara *bead* hybrid menghasilkan bentuk yang lebih bulat tanpa ekor. Dari warnanya, *beads* kitosan tanpa penambahan bentonit berwarna putih transparan, sementara bentuk hybrid berwarna coklat keabu-abuan. Bentuk fisik *bead* kitosan tanpa bentonit yang pipih terjadi saat *bead* dikeringkan. Dalam keadaan kering, air yang ada dalam kitosan

akan berkurang, sehingga interaksi kitosan dengan air melalui ikatan hidrogen berkurang. Akibatnya, *bead* yang diperoleh berubah dari bentuk bulat menjadi pipih. Sementara *bead* pada hybrid kitosan/bentonit dalam bentuk kering memiliki bentuk bulat seperti pada keadaan basahnya, namun memiliki ukuran yang lebih kecil. Stabilitasnya bentuk *bead* hybrid kitosan/bentonit didasarkan pada interaksi kuat antara kitosan dengan bentonit yang menghasilkan suatu struktur yang berlapis, seperti ditunjukkan pada Gambar 2. (Histrodor, *et al*, 2012).

Rasio hybrid	Sifat Fisik		Foto	
	Warna	Bentuk	(skala makro) <sup>a</sup>	(skala mikro) <sup>b</sup>
1 : 0	Putih	Pipih		
3 : 1	Abu – abu	Bulat		
2 : 1	Abu – abu	Bulat		
1 : 1	Abu – abu	Bulat		

**Gambar 1.** Bentuk fisik *bead* kering dari hybrid kitosan/bentonit. <sup>a</sup>Gambar diperoleh menggunakan kamera dengan resolusi 5.0 MPixel. <sup>b</sup>Gambar diperoleh menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 30 $\times$ .



**Gambar 2.** Interaksi kitosan dengan bentonit (Histrodor *et al.*, 2012)

#### Karakterisasi Sifat Beads sebagai Matriks untuk CRF

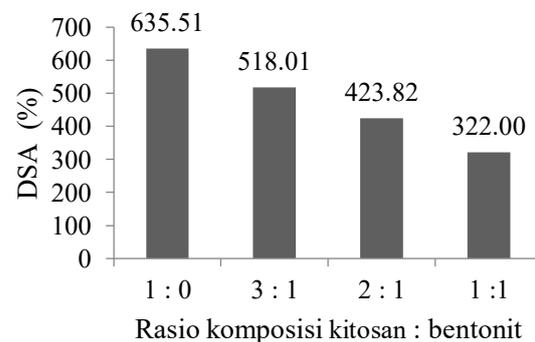
##### Daya serap air (DSA)

Gambar 3 menunjukkan hubungan DSA dengan berbagai komposisi hybrid kitosan bentonit. Tampak bahwa semakin tinggi kandungan bentonit dalam komposisi hybrid, DSA hybrid semakin menurun. Penurunan DSA ini dapat dijelaskan dari interaksi kitosan dengan air dan kitosan dengan bentonit. Pada hybrid dengan rasio 1:0, dimana tidak ada penambahan bentonit didalamnya. Ketika kitosan direndam di dalam air, terjadi absorpsi air oleh kitosan. Absorpsi ini berkaitan dengan interaksi gugus-gugus hidrofilik dari kitosan (-OH dan -NH<sub>2</sub>) dengan molekul air. Banyaknya gugus hidrofilik pada kitosan berperan besar terhadap daya serap yang besar terhadap air.

##### Pelepasan ion amonium dalam air

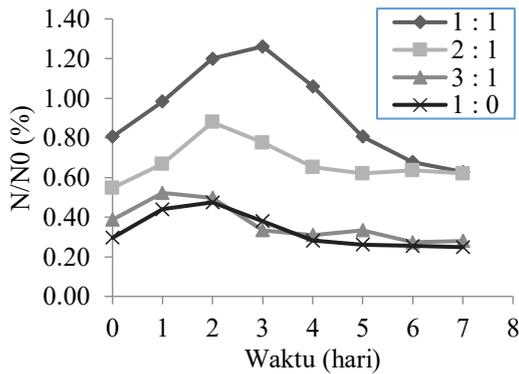
Karakterisasi pelepasan ion amonium dilakukan dalam air. Uji pelepasan ion amonium dilakukan selama 7 hari. Hasil

yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 4. Tampak dalam gambar tersebut, pelepasan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dari matriks hybrid dengan berbagai rasio komposisi memiliki pola yang mirip. Pelepasan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> menunjukkan peningkatan sampai hari ke-2, pada semua rasio komposisi hybrid, kecuali hybrid dengan rasio 1:1 yang meningkat sampai hari ke-3. Peningkatan hari berikutnya, konsentrasi ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> terus menurun sampai hari ke-7. Dari berbagai rasio komposisi tersebut, rasio kitosan/bentonit 1:1 menunjukkan kecepatan pelepasan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> yang paling tinggi, diikuti dengan rasio 2:1, 3:1 dan 1:0. Fenomena pelepasan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak seperti pada pelepasan dalam sistem *controlled-release* pada umumnya, dimana dengan meningkatnya waktu, pelepasan bahan aktif (ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) terus meningkat sampai diperoleh pelepasan yang konstan.



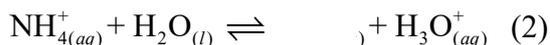
**Gambar 3.** Daya serap air (DSA) hybrid terhadap rasio komposisi kitosan/bentonit

Sementara hybrid dengan rasio lainnya, dimana ada penambahan bentonit di dalamnya, menunjukkan DSA yang lebih kecil disbanding DSA pada hybrid 1:0. Interaksi yang kuat dari gugus-gugus hidrofilik kitosan (-OH dan -NH<sub>2</sub>) dengan gugus-gugus pada bentonit berakibat pada berkurangnya absorpsi terhadap molekul air. Tampak bahwa pada hybrid dengan rasio 1:1 dimana bentonit memiliki kandungan paling tinggi menunjukkan DSA paling kecil.

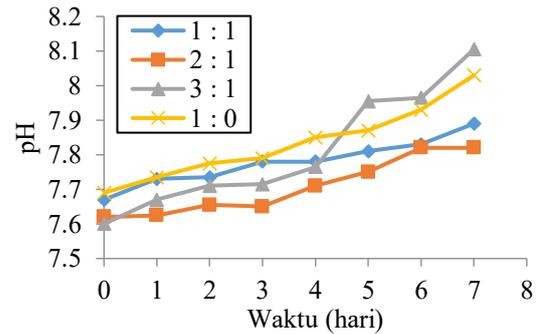


**Gambar 4.** Pelepasan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dalam air terhadap waktu (hari)

Pada dasarnya, ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dalam air mengalami reaksi kesetimbangan seperti persamaan 2. Melihat reaksi di atas, ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> berada dalam kesetimbangan dengan NH<sub>3</sub>. Keberadaan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dipengaruhi oleh pH dalam sistem kesetimbangan tersebut dipengaruhi oleh pH (Orion, 2009). Dalam pH asam reaksi bergeser ke arah pembentukan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, sebaliknya pada kondisi basa reaksi bergeser ke arah pembentukan NH<sub>3</sub>. Fakta yang terjadi dalam penelitian ini, larutan sampel keadaannya cenderung basa dengan bertambahnya waktu (Gambar 5). Kondisi larutan yang bersifat basa berakibat pada pergeseran kesetimbangan mengarah ke pembentukan NH<sub>3</sub> (ke kanan).



Kondisi larutan yang basa, dimungkinkan terjadi dari sisa NaOH yang ada pada permukaan *bead*. Seperti dinyatakan dalam bagian metodologi di atas, NaOH berperan dalam koagulasi *bead* hybrid. Pencucian yang tidak maksimal, menyebabkan masih ada sisa NaOH dalam permukaan *bead*. Karena NaOH adalah basa kuat maka akan terurai secara sempurna menjadi ion OH<sup>-</sup>. Keberadaan ion OH<sup>-</sup> dalam larutan, akan menggeser kesetimbangan ke arah pembentukan NH<sub>3</sub>. Akibat pergeseran ini, pelepasan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dari hybrid seharusnya mengalami peningkatan dengan meningkatnya waktu, menjadi berkurang karena berubah menjadi NH<sub>3</sub>.



**Gambar 5.** Perubahan pH terhadap waktu (hari)

### Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang diperoleh, diperoleh kesimpulan bahwa *bead hybrid* kitosan/bentonit dipengaruhi oleh jumlah kandungan bentonit dalam komposisi hybridnya. Daya serap air (DSA) hybrid mengalami penurunan sesuai bertambahnya kandungan bentonit, dengan urutan sebagai berikut 1 : 0 > 3 : 1 > 2 : 1 > 1 : 1. Ditinjau dari pelepasan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dalam air, hybrid dengan rasio kitosan/bentonit 1:1 memiliki kecepatan pelepasan ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> yang paling tinggi, disusul hybrid dengan rasio 2:1, 3:1 dan 1:0. Kondisi keasaman (pH) larutan, berpengaruh pada deteksi ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup> dalam air.

### Daftar Pustaka

- Hristodor, Vrinceanu, Pui, Novac, Copcia, and Popovici (2012). Textural and Morphological Characterization of Chitosan/Bentonite Nanocomposite, *Environmental Engineering and Management Journal*, 11, 573 – 578.
- Lu, P., Zhang Y., Jia, C., Wang, C., Li, X., and Zhang, M. (2015). Polyurethane from Liquefied Wheat Straw as Coating Material for Controlled Release Fertilizers, *Bioresources*, 10, 7877 – 7888

- Lubkowski K., Smorowska A., Grzmil B., and Kozłowska, A. (2015). Controlled release fertilizer prepared using a biodegradable aliphatic copolyester of poly (butylene succinate) and dimerized fatty acid, *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 63, 2597 – 2605
- Orion (2009). User Guide Standard Ammonia Ion Selective Electrode, *Thermo Fisher Scientific Inc.*,
- Piluharto, B., Suendo, V., Ciptati T. and Radiman, C. L. (2011). Strong Correlation between Membrane Effective Fixed Charge and Proton Conductivity in The Sulfonated Polysulfone Cation-Exchange Membranes, *Ionics*, 17, 229 – 238.
- Teofilovic, V. Pavlicevic, J. Bera, O. Jovicic, M. Simendic, J.B. Szecsenyi, K. M. and Arogus, A. (2013). Preparation and Thermal Properties of Chitosan/Bentonite Composite Beads, *Hemijaska Industrija*, 68, 653 – 659
- Tomaszewska, M. and Jarosiewicz, A. (2002). Use of Polysulfone in Controlled-Release NPK Fertilizer Formulations. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 50, 4634 – 4639
- Nakatani, N., Takamori, H., Takeda, K. and Sakugawa, H. (2009). Transesterification of soybean oil using combusted oyster shell waste as a catalyst. *Bioresource Technology*, 100, 1510 – 1513.
- Ngamcharussrivichai, C., Nunthasanti, P., Tanachai, S. and Bunyakiat, K. (2010). Biodiesel production through transesterification over natural calciums. *Fuel Processing Technology*, 91, 1409–1415.