



Pengaruh kombinasi silika dan kitosan berbasis nanoteknologi sebagai bahan dasar pembuatan pupuk nano *slow release* terhadap penyerapan unsur hara oleh tanamandalam meningkatkan hasil pertanian di indonesia

Keti Yuliani⁽¹⁾, Ngadiwiyana⁽²⁾, Eko Siswoyo⁽³⁾, Diah Appriliani Amaliah⁽⁴⁾, Yoyon Wahyono⁽⁵⁾, Dita Widianingrum⁽⁶⁾

1. Kimia, Universitas Diponegoro, email: KetiYuliani@gmail.com
2. Kimia, Universitas Diponegoro, email: Ngadiwiyana@gmail.com
3. Kimia, Universitas Diponegoro, email: siswoyo_chemistry@yahoo.com
4. Kimia, Universitas Diponegoro, email: Diahaprilianiamaliah@gmail.com
5. Fisika, Universitas Diponegoro, email: yoyonwahyono601@yahoo.co.id
6. Kimia, Universitas Diponegoro, email: Ditawidia@gmail.com

Abstrak

Indonesia merupakan Negara agraris yang sebagian besar penduduknya hidup di bidang pertanian. Pertanian mempunyai peranan yang sangat penting dalam program ketahanan pangan nasional. Persoalan terancamnya ketahanan pangan nasional merupakan masalah yang harus di hadapi oleh pemerintah Indonesia. Pertanian yang merupakan sebagai penopang pangan utama di Indonesia dihadapkan pada permasalahan kritisnya lahan pertanian. Hal tersebut merupakan faktor terbesar yang berpengaruh dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional. Penggunaan pupuk kimia semakin memperparah kritisnya kondisi lahan pertanian, Sehingga untuk mengatasi permasalahan tersebut solusi untuk memperbaiki lahan pertanian di Indonesia yaitu melalui inovasi kombinasi silika dan kitosan berbasis nanoteknologi sebagai bahan pembuat pupuk nano *slow release* demi meningkatkan hasil pertanian di indonesia. Kombinasi silika dan kitosan menggunakan metode sol-gel. Hasil pengujian dengan SEM yang didapat adalah silika dengan ukuran partikel 97nm dan kitosan dengan ukuran 85nm. Hasil kombinasi keduanya adalah gel bewarna putih. Adapun Silika dan kitosan dibuat dalam ukuran nano dengan tujuan agar unsur-unsur yang terdapat pada pupuk nano ini seperti N, Si, Fe, Al dan K akan dibutuhkan oleh tanaman dan dapat tepat diserap oleh sel target dengan tepat karena unsur hara tersebut akan terlepas secara perlahan sertadalam ukuran nanopartikel akan memiliki luas permukaan yang lebih besar terhadap perbandingan volume. Dari hasil penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa kombinasi silika dan kitosan berbasis nanoteknologi bahan pembuatan pupuk nano *slow release* dapat mengatasi kekurangan unsur hara dalam tanaman dan meningkatkan hasil produksi pertanian Indonesia serta sebagai pendukung program ketahanan pangan nasional.

Kata Kunci: *Nanosilika dan Nanokitosan, Slow release Fertilizer, Ketahanan pangan nasional.*



I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang kaya akan hasil pertanian yang melimpah. Kondisi alam tersebut memberikan peluang bagi sebagian besar masyarakat Indonesia untuk melakukan kegiatan usaha di bidang pertanian maupun yang berkaitan dengan pertanian. Pertanian merupakan salah satu kegiatan paling mendasar bagi manusia khususnya di Indonesia, karena hampir semua masyarakat Indonesia mempunyai pekerjaan sebagai petani. Ketahanan pangan nasional merupakan impian dari setiap Negara di dunia ini dalam mensejahterakan masyarakatnya. Permasalahan tersebut adalah kritisnya lahan pertanian di Indonesia akibat kurangnya unsur hara dalam lahan pertanian di Indonesia.

Permasalahan kritisnya lahan pertanian merupakan faktor yang berpengaruh paling besar dalam mewujudkan ketahanan pangan nasional. Lahan pertanian di Nusantara sudah lebih dari 60 persen dalam kondisi kritis, dimana unsur hara tanah sudah jauh di bawah kadar normal yang 4 – 5 persen. Banyak lahan pertanian yang unsur haranya tinggal 2 persen, bahkan ada yang tinggal 1 persen (Prima, 2009). Data dari Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2005) menunjukkan bahwa luas areal lahan kritis di Indonesia mencapai 52,5 juta hektar. Lahan kritis tersebut akan berakibat tidak mampunya lahan pertanian untuk menyimpan air, lahan menjadi tidak produktif, dan akibat selanjutnya akan mendegradasi produktivitas tanaman.

Di pasaran terdapat dua jenis pupuk yaitu pupuk anorganik dan organik. Pupuk anorganik adalah pupuk hasil proses rekayasa secara kimia, fisik dan atau biologis dan merupakan hasil industri atau pabrik pembuat pupuk. Sedangkan pupuk organik adalah

pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman atau hewan yang telah melalui proses rekayasa. Namun kedua pupuk tersebut mempunyai kelemahan yakni pupuk kimia jika digunakan terus-menerus akan menyebabkan ketergantungan terhadap jenis pupuk tersebut dan dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan tanah menjadi kering, sedangkan pupuk organik mempunyai kandungan unsur hara yang sedikit dan dalam penggunaannya harus dalam jumlah yang sangat banyak.

Silika merupakan salah satu unsur hara yang diperlukan tanaman dan merupakan salah satu kandungan material terbesar yang dibutuhkan oleh tanaman. Manfaat Silika antara lain dapat menstimulasi fotosintesis, Menyuburkan tanah dan translokasi CO₂. Unsur Si ini juga dapat mengatasi kekeringan air, menetralkan pH tanah yang cenderung bersifat asam karena pemberian pupuk urea dan pestisida yang tidak ramah lingkungan serta dapat memperkuat jaringan tanaman sehingga lebih tahan terhadap serangan penyakit (Suwardi, 2007). Silika dalam pemanfaatannya sebagai pupuk, agar tidak mengalami degradasi atau terbawa hanyut oleh air tanah maka perlu dilapisi dengan senyawa yang tidak dapat larut dalam air, yakni dengan penambahan kitosan.

Kitosan merupakan polimer yang biodegradabel paling berlimpah. Beberapa manfaat yang terdapat pada kitosan antara lain memperlambat laju pelepasan nutrisi pupuk dengan menutupi sebahagian besar pori-porinya sehingga air bisa tetap masuk untuk melarutkan melalui pori-pori yang tidak tertutup. Oleh karena itu dipilih kitosan sebagai pelapis karena kitosan tidak dapat larut air dan mampu melapisi pupuk juga memiliki sifat biodegradabel, biokompatibel,



nontoksit dan ramah lingkungan (Mingzu, 2007).

Tujuan dari penelitian ini adalah menciptakan sebuah pupuk nano yang mampu melepaskan unsur hara secara slow release dari dari kombinasi silica dan kitosan. Pupuk slow release dapat meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk oleh tanaman menjadi 65-70% jika dibandingkan dengan pupuk biasa hanya 40%. Manfaat dari penelitian ini adalah menghasilkan pupuk nano yang dapat meningkatkan hasil pertanian serta dapat mendukung program ketahanan pangan nasional.

II.LANDASAN TEORI

2.1Kandungan unsur hara dalam kulit tebu

Program swasembada gula 2014 memberikan dampak perluasan area pertanaman tebu. Pada tahun 2010 luas areal tebu telah mencapai 418.259 ha dengan produksi tebu nasional 34.218.549 ton, sehingga dihasilkan limbah daun tebu dan bagas sebanyak 16,7 juta ton Ampas tebu (*bagasse*) merupakan hasil sisa pengolahan gula tebu (Wibowo, 1998). Ampas tebu merupakan sumber daya alam yang melimpah yang mengandung banyak unsur hara seperti Si, Fe, Al dan K. Unsur hara tersebut dapat di peroleh dengan cara furnace limbah kulit tebu dan di sintesis untuk karakterisasi material (Fernandes, 2012).

Manfaat unsur hara sendiri antara lain dapat menstimulasi fotosintesis, Menyuburkan tanah dan translokasi CO₂. Unsur Si yang jumlahnya paling banyak dalam limbah tebu tersebut, juga dapat mengatasi kekeringan air, meningkatkan aerasi tanah, menetralkan pH tanah yang cenderung bersifat asam karena pemberian pupuk urea dan pestisida yang tidak ramah

lingkungan serta dapat memperkuat jaringan tanaman sehingga lebih tahan terhadap serangan penyakit serta sumber mineral pendukung pada pupuk dan tanah, serta sebagai pengontrol yang efektif dalam pembebasan ion amonium, nitrogen, dan kalium pupuk (Suwardi, 2007).

2.2Nanopartikel Kitosan

Kitosan adalah senyawa turunan dari kitin yang utama Secara umum kitosan terdiri dari unit N-glukosamin, kitosan terjadi sebagai kopolimer N-asetilglukosamin dan N-glukosamin. Kitin adalah polimer rantai panjang N-acetylglucosamine terdapat dalam sebaran luas di alam seperti kulit cangkang udang. Kitosan mudah mengalami degradasi secara biologis. Oleh karena itu dipilih kitosan sebagai bahan pembuatan pupuk karena kitosan dapat meningkatkan daya simpan produk pertanian setelah panen dan memiliki sifat biodegradibel, biokompatibel, nontoksit dan ramah lingkungan (Jiang, 2013).

2.3 Slow release fertilizers

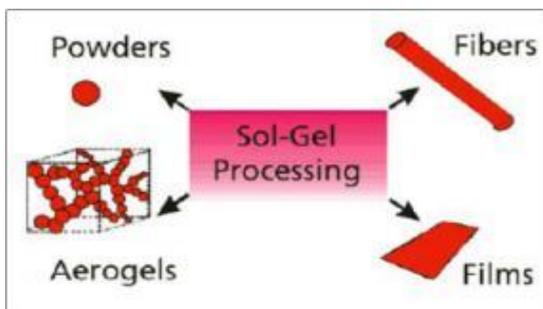
Pupuk lepas lambat (Slow Release Fertilizer/SRF) merupakan pupuk dengan mekanisme pelepasan unsur hara secara berkala mengikuti pola penyerapan unsur hara oleh tanaman. Beberapa mekanisme yang dapat diterapkan dalam produksi SRF yaitu mekanisme pelapisan pupuk secara perlahan. Prinsip utama mekanisme tersebut adalah dengan membuat suatu hambatan berupa interaksi molekuler sehingga zat hara dalam butiran pupuk tidak mudah lepas ke lingkungan. Pupuk slow release dapat meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk oleh tanaman menjadi 65-70% jika dibandingkan dengan pupuk biasa hanya 40%, maka pupuk ini lebih efisien di

gunakan jika dibandingkan dengan pupuk biasa pada umumnya. Aplikasi pemupukan Slow Release Fertilizer hanya satu kali dilakukan dalam satu musim tanam. Dibandingkan dengan pupuk kimia urea yang diberikan 2-3 kali (Akelah, 2006).

2.4. Metode Sol-gel

Sol adalah suspensi koloid yang fasa terdispersinya berbentuk solid (padat) dan fasa pendispersinya berbentuk liquid (cairan). Suspensi dari partikel padat atau molekul-molekul koloid dalam larutan, dibuat dengan metal alkoxida dan dihidrolisis dengan air, menghasilkan partikel padatan metal hidroksida dalam larutan. Reaksinya adalah reaksi hidrolisis.

Gel (gelation) adalah jaringan partikel atau molekul, baik padatan dan cairan, dimana polimer yang terjadi di dalam larutan digunakan sebagai tempat pertumbuhan zat anorganik. Pertumbuhan anorganik terjadi di gel point, dimana energi ikat lebih rendah. Reaksinya adalah reaksi kondensasi, baik alkohol atau air, yang menghasilkan oxygen bridge untuk mendapatkan metal oksida. Metode sintesis menggunakan sol-gel untuk material berbasis oksida berbedabeda bergantung prekursor dan bentuk produk akhir, baik itu powder, film, aerogel, atau serat. Seperti gambar dibawah ini:



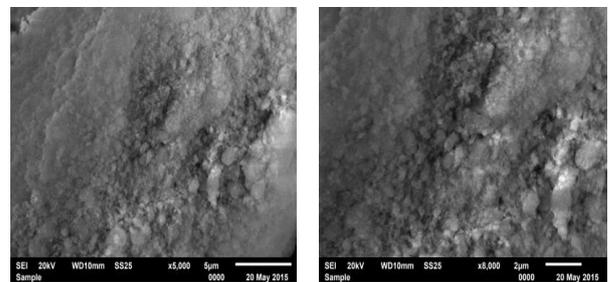
Gb 1. Tahapan Metode Sol-gel

III. PEMBAHASAN

3.1 Analisis morfologi Silika

Tujuan dilakukan analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*) adalah untuk menganalisa permukaan dan tekstur partikel silika yang akan terserap ke tanah dan menganalisa morfologi dan ukuran silika yang terlapisi pada nano kitosan.

Dalam analisis ini di dapatkan 2 perbesaran dalam nanopartikel silika sebagai berikut;

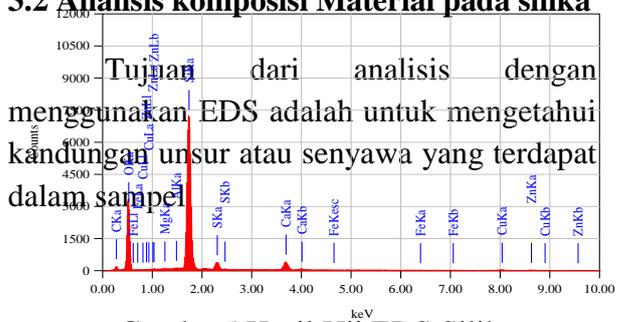


Gambar 1. Perbesaran SEM 5000x

Gambar 2. Perbesaran SEM 8000x

3.2 Analisis komposisi Material pada silika

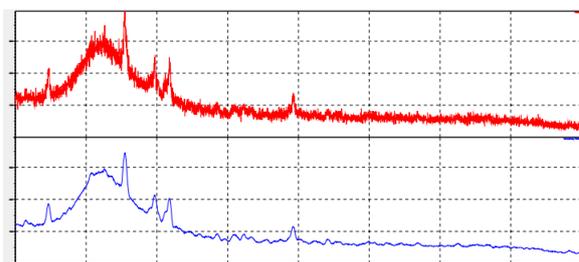
Tujuan dari analisis dengan menggunakan EDS adalah untuk mengetahui kandungan unsur atau senyawa yang terdapat dalam sampel.



Gambar 5. Hasil Uji EDS Silika

Dalam analisis uji Energy Dispersy Spectroscopy ini di dapatkan hasil, kandungan yang terdapat pada abu kulit tebu tersebut antara lain; silika, Fe, Al, dan K. Unsur tersebut merupakan unsur hara mikro dan makro yang sangat penting bagi proses pertumbuhan serta produktifitas dari sebuah tanaman, dan silika merupakan unsur hara yang paling banyak kandungannya dalam limbah kulit tebu tersebut.

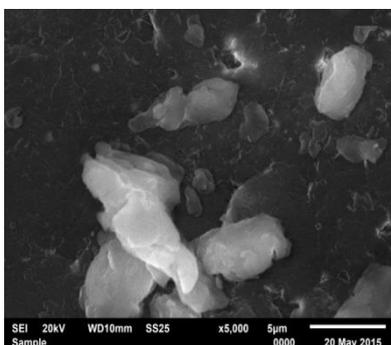
3.3 Analisis Struktur Kristal dari Nanosilika pada Ampas Kulit Tebu



Pola XRD dari sintesis HA memunculkan peak puncak tertinggi yang tajam yaitu pada 2θ : 25.4951 ; 22.5761; 21.8378 dan cocok dengan struktur HA pada standar *Joint Commite on Powder Diffraction Standard* (JCPDS) No. 89-3607 dengan kenaikan yang tidak begitu tinggi dan tajam sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur silika yang didapat merupakan amorf. Struktur silika yang dibutuhkan memang dalam bentuk amorf bukan dalam bentuk kristal agar dapat bereaksi dengan tanaman target yang akan dipupuk.

3.4 Analisis Morfologi Kitosan

Tujuan dilakukan analisa SEM (*Scanning Electron Microscopy*) pada kitosan adalah untuk menganalisa permukaan dan tekstur kitosan serta menganalisa morfologi dan ukuran dari kitosan yang terlapis pada nanosilika



Gambar 4. SEM kitosan Perbesaran 8000x

Berdasarkan hasil SEM (*Scanning Electron Microscopy*) diatas dapat disimpulkan bahwa kitosan masih dalam

ukuran macropartikel. Penelitian ini menunjukkan kelayakan persiapan kitosan mikropartikel dalam lingkungan di dalam kondisi yang berbeda. Kitosan dengan enkapsulasi pada silika tidak akan merubah morfologi atau ukuran partikel kitosan yakni memiliki rata-rata diameter 3.1 – 3.5 μm . Ketika digabungkan kitosan dan nanosilika, ukuran partikel meningkat menjadi 4.3 μm dan distribusi ukuran partikel sedikit melebar. Faktor Penting lain yang mempengaruhi sifat dari partikel yang terbentuk adalah parameter pengeringan. Kondisi untuk ukuran partikel dipengaruhi pengeringan dan distribusi pengolahan.

3.5 Hasil uji kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk hasil kombinasi nanosilika dan kitosan

Untuk mengukur kandungan unsur hara makro dan mikro, metode uji yang digunakan adalah metode Kjeldahl untuk kandungan Nitrogen, sedangkan untuk K, Fe, Si, Al dan Fe digunakan metode Atomic absorption spectrophometric (AAS), dan Kandungan C – organik diuji dengan metode Spectrophotometric. Berikut adalah hasil pengujian kandungan unsur hara dalam pupuk SRF dalam %.

No	C organik	N	Fe	Al	Si	K	Ot her
1.	15.1	8.3	11.3	7.7 3	41.78	2.2 7	7.1 8

Gambar 5. Hasil uji kandungan unsur hara

IV.KESIMPULAN

Silika dan kitosan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk organik berbasis nanoteknologi yang ramah lingkungan akan dapat memberikan sebuah terobosan inovasi terbaru. Penggunaan nanoteknologi pada pembuatan pupuk akan memberikan dampak



hasil pertanian yang lebih besar. Diantaranya dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, selain juga membantu meningkatkan produksi tanaman dan meningkatkan kualitas produk tanaman. Pembuatan pupuk dalam bentuk cair bertujuan untuk mempercepat proses penyerapan unsur hara dalam tanaman. Pupuk slow release dapat meningkatkan efisiensi penyerapan pupuk oleh tanaman menjadi 65-70% jika dibandingkan dengan pupuk biasa hanya 40%, aplikasi pemupukan Slow Release Fertilizer hanya satu kali dilakukan dalam satu musim tanam. Dibandingkan dengan pupuk kimia urea yang diberikan 2-3 kali.

V. REFERENSI

- Abdullah, Mikrajuddin. 2009. "Karakterisasi Nanomaterial", jurnal Nanosains dan Nanoteknologi. Institut Teknologi Bandung. Vol.2 No.1
- Beganskiene, A., Sirutkaitis, V., Kurtinaitiene, M., Juskenas, R., Kareiva, A., *FT IR, TEM and NMR Investigations of Ströber Silica Nanoparticles*, ISSN 1392-1320 *Material Science (Medziagotyra)*, vol. 10, no. 4, 2004, pp.287-290
- Darsono, 2011. *Ketahanan Pangan Berbasis Produksi dan Kesejahteraan Petani*, Fakultas Pertanian UGM dan MMA-UGM, Yogyakarta.
- Fernandes, Benny Rio. 2012. Sintesis nanopartikel SiO₂ menggunakan metodusol-gel dan aplikasinya terhadap aktifitas sitotoksik sel. Jurusan kimia universitas andalas; Padang.
- Gufron.,2013. Silika(Si); Unsur hara penting bagi tanaman padi. Dalam<http://diponnanotech.blogspot.com> (25 Agustus 2014).
- Ibrahim, I. A. M., Zikry, A. A. F., Sharaf, M. A., *Preparation of Spherical silica Nanoparticles: Ströber Silica*, *Journal of American Science*, vol.6, No.11,2010, pp.985-989
- Jiang, Tiao. Dkk. 2013. Micro- and nanofabrication of chitosan structures forRegenerative engineering Materials andBiomolecular Engineering,University of Connecticut, Storrs, *Acta Biomaterialia USA*.10, 1632-1645
- Mingzhu, Liu.2007. Preparation and Properties of Chitosan-coated NPK Compound fertilizer with controlled released and water-retention. College of Chemical Engineering, Northwest Minorities University, Lanzho; Chiina, *Polymer* 55 (2014) 1964-1976
- Muzzarelli,R.A.A.,(1977),*Chitin*. Pergamon Press, Oxford, NewYork.
- Prima. 2009. Permasalahan pupuk dan langkah-langkah Penanggulangannyadi Indonesia. Kementrian sekertariat Negara indoneisa; Jakarta
- Szeto Yau-shan and Zhigang Hu., (2007), Article Exploring Nanochitosan., *ATA-Journal for Asia on Textile & Apparel*, China.
- Tolaimate, A., Desbrieres, J., Rhazi, M. and Alagui, A., 2003, Contribution to The Preparation of Chitins and Chitosan with Controlled Physico-chemicalProperties, *Polymer*, 44, 7939-7952.
- Weska, R. F., dan Moura, J. M., 2006, Optimazion of Deasetylation in theProduction of Chitosan from Shrimp Waste, *Journal Food Engineering*, 865