

## PEMBUATAN PUPUK SRF (*SLOW RELEASE FERTILIZER*) DENGAN MENGGUNAKAN POLIMER AMILUM

Muhammad Saleh<sup>1)</sup>, Zulmanwardi<sup>1)</sup>, Octovianus SR Pasanda<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

### ABSTRACT

Slow Release Fertilizers (SRF) or controlled release fertilizers, has been widely used to overcome the conventional fertilizers use which are less efficient because the conventional fertilizer generally do not entirely absorbed into plants. This research aims to make NPK (Nitrogen Potassium Phosfor) SRF (Slow Release Fertilizers) that can reduce the rate of release of nutrient with the coating and matrix method in a formulatory 13:8:10. The matrix used is a natural zeolite so its speed can be controlled while the coating method by dip coating using poly acrylic acid (PAA), additive starch and polyethylene glycol (PEG) 6000 as a template. The dip coating process is done to know the optimal concentration of starch and PAA. Optimal starch concentration is 5% whereas for PAA is 20%. The Optimal NPK SRF is done the test incubation applications for 100 days to know the rate of release of NPK SRF compared to granule and conventional fertilizer, then obtained results that SRF is slower and controlled compared with conventional fertilizers and granule fertilizers.

**Keywords:** SRF, the concentration of starch, the concentration of the PAA

### 1. PENDAHULUAN

Pembangunan disektor pertanian Indonesia merupakan yang terpenting dari keseluruhan pembangunan di Indonesia. Sebagian besar penduduk bermata pencarian sebagai petani dan menjadi basis pertumbuhan ekonomi di pedesaan. Salah satu kendala yang sering dihadapi oleh petani adalah faktor keadaan tanah yang kurang subur. Permasalahan tersebut dapat ditanggulangi dengan pemupukan. Akan tetapi, pupuk yang digunakan petani lebih banyak terbuang percuma serta kebiasaan petani yang kurang optimal dalam menggunakan pupuk dari segi pemakaian yang berlebihan dan berujung pada pengeluaran biaya yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan suatu pupuk yang mempunyai pola pelepasan unsur hara sesuai dengan pola penyerapan unsur hara oleh tanaman. Pupuk SRF merupakan jenis pupuk dengan prinsip yaitu pengaturan pelepasan nutrient dari pupuk untuk melindungi pupuk yang terlarut secara umum dengan pelapisan perlindungan dari bahan semipermeabel, tidak larut dengan air atau bahan berpori yang *permeable*. Pada penelitian ini dibuat *slow release fertilizer* dengan menggunakan Pupuk NPK yang sudah diformulasi dan sudah dicampurkan dengan zeolit, lalu *dicoating* dengan larutan pelapis yang terdiri dari poli asam akrilat (PAA), amilum dan poli etilen glikol (PEG) 6000. Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu konsentrasi amilum dan poli asam akrilat terhadap kadar air dan *crushing strength*. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Subandriyo (2014), menggunakan bahan asetaldehid sebagai bahan pelapis pupuk SRF. Namun, bahan tersebut tidak ramah lingkungan karena tidak mudah terurai dan penelitian yang dilakukan oleh Manggala,dkk (2018) menggunakan kitosan sebagai bahan pelapis, tetapi kitosan mempunyai harga yang mahal jika digunakan sebagai bahan pelapis. Oleh karena itu, dibutuhkan pelapis yang mudah terurai, harganya terjangkau dan aman terhadap lingkungan, dalam hal ini digunakan amilum serta bahan tambahan poli etilen glikol (PEG) 6000. Adapun uji yang dilakukan yaitu uji karakterisasi menggunakan alat SEM-EDX dan uji simulasi dengan di inkubasi selama 100 hari untuk mengetahui laju pelepasannya.

### 2. METODE PENELITIAN

#### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan: *hammer mill, pan granulator*, NPK meter, *moisture determination balance* FD-660, *crushing strenght*, neraca analitik. Bahan yang digunakan: SP-36 (*diammonium phosphate*), KCl (kalium klorida), zeolit alam, poli asam akrilat (C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>O<sub>2</sub>)<sub>n</sub>, amilum, polietilen glikol (PEG) 6000, aquades, molase, pewarna makanan.

#### Tahapan Penelitian

Tahap 1. Pembuatan pupuk granul

<sup>1</sup> Korespondensi penulis: Muhammad Saleh, Telp 08114101336, muhsaleh645@gmail.com

*Pretreatment*: urea, SP-36, KCL, dan zeolit masing-masing dikeringkan, kemudian dihaluskan menggunakan *hammer mill* sehingga diperoleh produk *powder* yang berukuran sekitar 100 mesh. Formulasi: formulasi zeolit alam, urea, KCL, SP-36 dan binder adalah sangat penting dan dapat mempengaruhi spesifikasi produk SRF yang diharapkan. Pada percobaan ini di gunakan formulasi 13-8-10. Untuk mendapatkan formulasi tersebut digunakan perhitungan, sehingga didapatkan: urea 282,6087 g, fosfor 222,222 g, kalium 161,8725 g, dan zeolit 333,2929 g. Granulasi: semua bahan yang telah tercampur selanjutnya dibuat granul dengan menggunakan *pan granulator*. Molase ditambahkan secara perlahan-lahan hingga terbentuk granul. Ukuran granul antara 3 - 5 mm.

#### Tahap 2. Pelapisan pupuk SRF

Pembuatan larutan pelapis: disiapkan gelas kimia 100 ml sebanyak 5 buah, kalibrasi gelas kimia yang akan digunakan dengan volume 30 ml, dan beri tanda pada gelas kimia tersebut, ditimbang amilum 1, 3, 5, 7, dan 9%, (0,45; 1,35; 2,25; 3,15; dan 4,05 g), dipipet PAA 20% (konsentrasi PAA dipilih secara acak), ditimbang PEG 6000 sebanyak 1 g, dilarutkan PEG 6000 dalam air sebanyak 5 ml, menambahkan amilum dan PAA kedalam larutan tersebut tambahkan aquades sampai tanda batas gelas kimia yang telah di kalibrasi, diaduk menggunakan magnetik *stirer* dengan kecepatan 600 rpm dan suhu 100°C di atas *hot plate* hingga larutan menjadi seperti gel. Proses pelapisan (*dip coating*): disiapkan cairan pelapis, dicelup pupuk NPK-SRF selama  $\pm 10$  detik, menggunakan pinset, dikeringkan di dalam oven selama 3 jam dengan suhu 80°C. Optimasi konsentrasi amilum: konsentrasi amilum yang optimal ditentukan berdasarkan hasil analisis sebagai berikut: *crushing strength*, *water content* untuk mendapatkan kadar airnya. Langkah 2 (melakukan percobaan 2: Untuk mendapatkan konsentrasi PAA yang optimal). Pembuatan larutan pelapis: disiapkan gelas kimia 100 ml sebanyak 5 buah, kalibrasi gelas kimia yang akan digunakan dengan volume 30 ml, dan beri tanda pada gelas kimia tersebut, dipipet larutan PAA 15, 20, 25, 30, dan 30%, (4,5; 6; 7,5; 9; dan 10,5 ml), ditimbang amilum yang optimal dari percobaan 1 yaitu 5 %. Ditimbang PEG 6000 sebanyak 1 gram, sebanyak 5 gelas.

Dilarutkan PEG 6000 dalam air sebanyak 5 ml, menambahkan amilum dan PAA kedalam larutan tersebut tambahkan aquades sampai tanda batas gelas kimia yang telah di kalibrasi, diaduk menggunakan magnetik *stirer* dengan kecepatan 600 rpm dan suhu 100°C di atas *hot plate* hingga larutan menjadi seperti gel. Proses pelapisan (*dip coating*): disiapkan cairan pelapis, dicelup pupuk NPK-SRF selama  $\pm 10$  detik, menggunakan pinset, lalu dikeringkan didalam oven selama 3 jam dengan suhu 80°C.

Tahap 3. Konsentrasi PAA yang optimal ditentukan berdasarkan hasil analisis sebagai berikut: *Crushing strength*, *Water content* untuk mendapatkan kadar airnya, Uji Karakterisasi, Uji *Disolution Rate*.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data pengamatan analisis yang didapat pada penelitian ini yaitu konsentrasi amilum dan konsentrasi PAA yang optimal dengan melihat kadar airdan *crushing strength*nya. Berikut ini adalah hasil dari analisis tersebut:

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi amilum terhadap kadar air dan *crushing strength*

Amilum (%)	PAA (%)	Kadar air (%)			CS Pupuk SRF (N)	CS pupuk Granul (N)
		Pupuk SRF	SNI	Pupuk Granul		
1	20	3,43	3	7,13	55,57	13
3	20	3,2	3	7,13	63,7	13
5	20	2,2	3	7,13	64,33	13
7	20	2,34	3	7,13	70,1	13
9	20	2,29	3	7,13	80,67	13

Ket: CS = *Crushing Strength*

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi PAA terhadap kadar air dan *crushing strength*

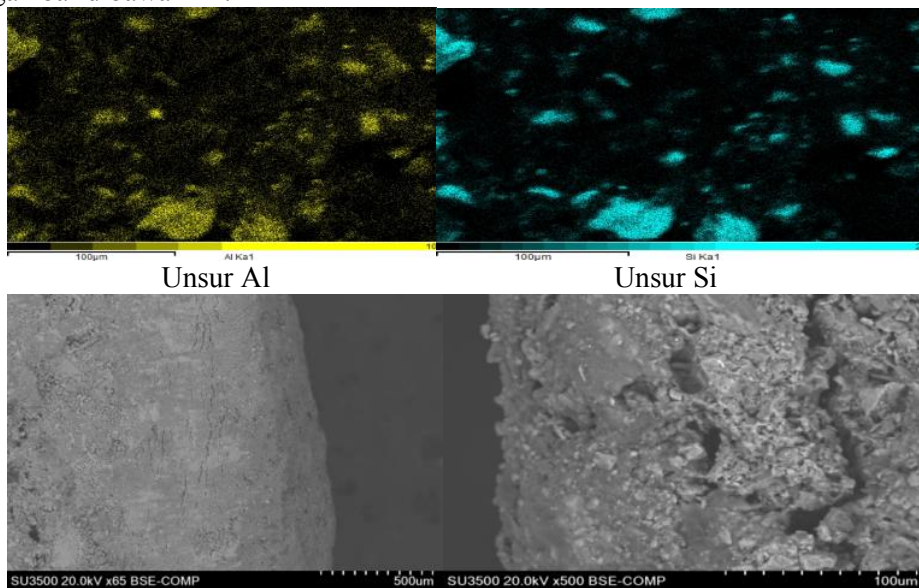
PAA (%)	Amilum (%)	Kadar air (%)			CS Pupuk SRF (N)	CS pupuk Granul (N)
		Pupuk SRF	SNI	Pupuk Granul		

15	5	3,68	3	7,13	40,33	13
20	5	2,07	3	7,13	64,33	13
25	5	3,03	3	7,13	50,87	13
30	5	3,12	3	7,13	69,54	13
35	5	3,04	3	7,13	78,13	13

ket: CS = *Crushiung Strength*

Scanning Electron Microscopy (SEM)

Hasil *scanning* menggunakan alat SEM menunjukkan struktur mikro dan penyebaran atau pemetaan (*mapping*) unsur penyusun lapisan permukaan pupuk seperti unsur Al dan Si. *Mapping* elemen tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Hasil karakterisasi perbesaran 20X Hasil karakterisasi perbesaran 500X

Gambar 1. Hasil karaterisasi uji SEM-EDX

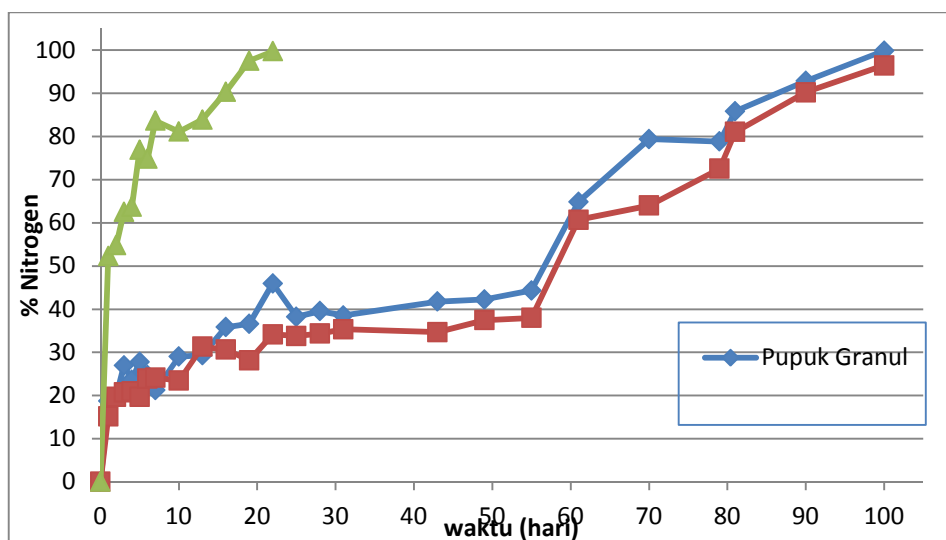
Pupuk SRF didesain menggunakan teknologi membran dengan menggunakan bahan pelapis yang ramah lingkungan. Penelitian menggunakan pupuk NPK yang diformulasi sendiri dan ditambahkan zeolit alam sebagai absorbennya, pupuk tersebut dinamakan pupuk granul. Proses pembuatan pupuk granul tersebut melalui beberapa tahap yaitu *pratreatment*, formulasi, dan granulasi. Pupuk granul yang sudah jadi kemudian dilapisi menggunakan membran yang terbuat dari amilum, PAA, dan PEG- 6000. Pada percobaan 1 dilakukan optimasi konsentrasi amilum dengan mengikuti prosedur yang tertera pada bab Metodologi. Untuk mendapatkan kondisi optimal maka dilakukan beberapa pengujian, yaitu uji kadar air dan uji *crussing strength*. Dari data terlihat bahwa kadar air tertinggi adalah pada konsentrasi amilum 1% yaitu 3,55%, sedangkan terendah pada konsentrasi amilum 5% yaitu 2,2%. Sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia) bahwa pupuk NPK harus memiliki kadar air maksimal adalah 3%. Maka SRF NPK yang memiliki konsentrasi amilum 5% telah sesuai dari SNI. Amilum pada larutan pelapis berperan sebagai aditif untuk meningkatkan kekuatan dari pelapis tersebut, karena kelarutan amilum didalam air lebih rendah dibandingkan nutrisi khususnya pupuk urea. Perbandingan konsentrasi amilum dengan *crushing strength* berbanding lurus, semakin tinggi konsentrasi amilum maka semakin tinggi *crushing strength*-nya. Amilum untuk pupuk SRF harus memiliki kekuatan sesuai dengan kebutuhan release pupuk tersebut, kebutuhan release pupuk berpengaruh pada penggunaan pupuk pada bidang pertanian, karena semakin kuat pupuk tersebut maka semakin lama releasenya dan semakin lama pula terserap oleh tanaman. Hasil dari uji kadar air sebelumnya menyatakan yang mendekati SNI adalah SRF NPK konsentrasi amilum 5%, 7%, dan 9%, pupuk SRF NPK tersebut nilai *crushing strength*-nya adalah 64,33; 70,10; dan 80,6 N. Tetapi apabila dipertimbangkan dari sisi ekonomisnya, SRF NPK dengan konsentrasi amilum 5% yang lebih optimal. Maka dipilih konsentrasi amilum optimalnya adalah 5% dengan pertimbangan data uji *crussing strength* dan uji kadar air. Pada percobaan 2 dicari kondisi optimal dari konsentrasi PAA dalam larutan pelapis berperan sebagai aditif yang akan mempengaruhi *release* dari SRF NPK. PAA berfungsi sebagai absorbent untuk meningkatkan kekuatan

larutan pelapis. Dilihat data bahwa nilai crushing strength tertinggi adalah pada konsentrasi PAA 35% yaitu 78,13N, dan terendah pada konsentrasi 15% yaitu 40,33%. Pupuk SRF harus memiliki kekuatan sesuai dengan kebutuhan *release* pupuk tersebut, kebutuhan release pupuk berpengaruh pada penggunaan pupuk pada bidang pertanian, karena semakin kuat pupuk tersebut maka semakin lama release nya dan semakin lama pula terserap oleh tanaman.

Kadar air yang memenuhi Standar Nasional Indonesia adalah konsentrasi 20%. Dilihat dari grafik, konsentrasi PAA 15% belum berada pada standar kadar air SNI sedangkan konsentrasi PAA 20% mengalami penurunan yang sangat drastis tetapi memenuhi standar kadar air SNI, kemudian pada konsentrasi 25 dan 30% mengalami kenaikan kenaikan dan tidak memenuhi standar kadar air SNI sedangkan pada konsentrasi 35% mengalami penurunan. Konsentrasi optimal PAA yang dipilih dari pertimbangan hasil uji *crushing strength* dan uji kadar air adalah 20% volume dilihat dari sisi ekonomisnya. Maka data yang didapat setelah melakukan dua percobaan yaitu konsentrasi amilum 5% vol, suhu 80°C, dan konsentrasi PAA 20%.

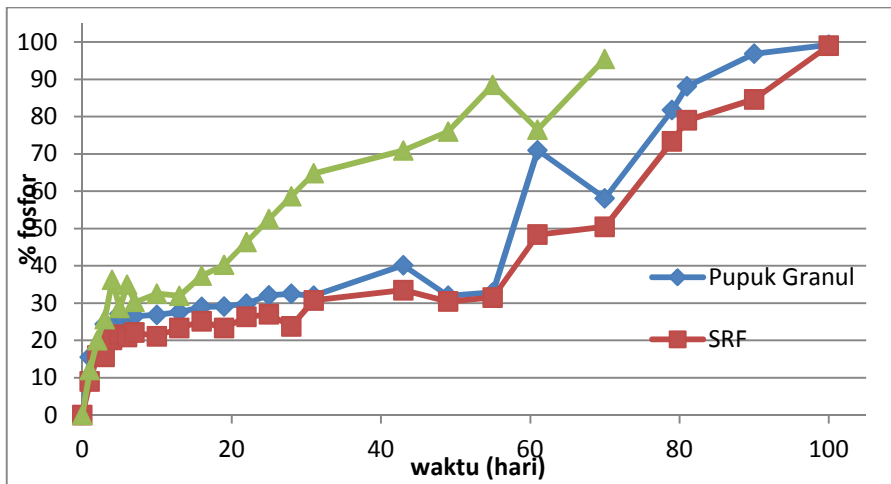
Laju pelepasan nutrisi (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium) pupuk SRF, pupuk granul, dan pupuk konvensional

Setelah didapatkan konsentrasi amilum dan poli asam akrilat yang optimal maka dilakukan uji simulasi dengan inkubasi selama 100 hari, setelah diinkubasi dianalisis kadar NPK meter dengan bantuan reagen sesuai dengan pengujiannya. Pada pengujian kadar nitrogen, reagen yang digunakan adalah nessler. Untuk pengujian kadar fosfor, reagen yang digunakan adalah amolvan. Sedangkan untuk pengujian kadar kalium, reagen yang Laju pelepasan nitrogen pupuk SRF, pupuk granul, dan pupuk konvensional



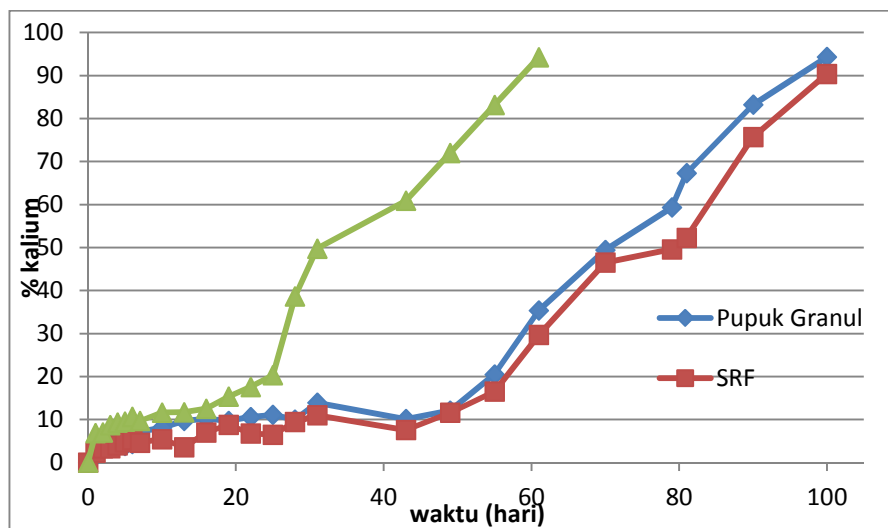
Gambar 2. Laju pelepasan nitrogen pupuk SRF, pupuk granul, dan pupuk konvensional

Laju pelepasan kadar nitrogen dapat dilihat pada grafik 2. dapat dilihat bahwa pupuk SRF NPK berada diposisi paling bawah yaitu paling lambat. Tidak jauh dari pupuk SRF NPK, pupuk NPK granul juga memiliki laju pelepasan yang lambat, walaupun tidak selambat pupuk SRF NPK. Sedangkan pada pupuk NPK Konvensional memiliki laju pelepasan yang cepat dapat dilihat dari grafik bahwa pada hari pertama sudah 50% kadar nitrogen yang dilepas. Maka dapat disimpulkan bahwa laju pelepasan kadar nitrogen terhadap waktu inkubasi pupuk SRF NPK lambat, dan dapat dikategori *Slow Release Fertilizer*



Gambar 3. Laju pelepasan kadar fosfor terhadap waktu inkubasi pupuk SRF, pupuk granul, dan pupuk konvensional

Laju pelepasan kadar fosfor dapat dilihat pada gambar 2. Pada grafik terlihat bahwa pupuk SRF NPK tetap lebih lambat, sama dengan pada saat pelepasan kadar nitrogen. Maka dapat disimpulkan bahwa laju pelepasan kadar phosfor terhadap waktu inkubasi pupuk SRF NPK lambat, dan dapat dimasukkan sebagai kategori *Slow Release Fertilizer*. Laju pelepasan kalium pupuk SRF, pupuk granul, dan pupuk konvensional



Gambar 4. Laju pelepasan kalium pupuk SRF, pupuk granul, dan pupuk konvensional

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa laju pelepasan kadar kalium SRF NPK tetap pada pelepasan yang paling lambat. Sedangkan pupuk NPK Granul lebih lambat dari pada pupuk NPK Konvensional. Maka dapat disimpulkan bahwa laju pelepasan kadar kalium terhadap waktu inkubasi pupuk SRF NPK lambat dan dapat dimasukkan sebagai kategori *Slow Release Fertilizer*

Hasil karakterisasi SEM-EDX

Dari gambar dapat dilihat struktur morfologi SRF NPK yang terlapis dengan pembesaran 65X dan 500X. Pada gambar terlihat adanya dua lapisan yang terbentuk dimana lapisan terluar tersebut merupakan lapisan polimer yang menempel pada permukaan SRF NPK. Permukaan lapisan SRF NPK yang terlapis polimer memiliki permukaan lebih halus namun terdapat rongga, rongga ini berfungsi sebagai jalan keluar nutrisi pupuk. Dari data analisis SEM-EDX (*mapping*) didapatkan bahwa nilai Si sebesar 1,24% dan nilai Al sebesar 0,35%.

4. KESIMPULAN

Dari uraian diatas dapat diambil kesimpulan

- 1) Konsentrasi amilum yang optimal yaitu 5%
- 2) Konsentrasi PAA yang optimal yaitu 20%

- 3) Pupuk SRF NPK optimal memiliki laju pelepasan kadar N, P, dan K lebih lambat dan terkontrol dibanding pupuk granul dan NPK konvensional.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Agustini, Kiki. (2014). *Penggunaan Pati Tapai Padat (Brem) sebagai Bahan Tambahan Sirup Kering Amoksisilin*. Skripsi, Universitas Sumatera Utara, Medan. (diakses tanggal 9 April 2018)
- Andika, Dina Kartika Maharani, 2018, Penentuan Daya Penyerapan Air (*Swelling*) Pupuk Urea (*Slow Release Fertilizer*) Dalam Matriks KITOSAN – Asam Humat. Universitas Negeri Surabaya: Surabaya.
- Anggraini, Sucilila, (2013). *zeolit dan manfaat nya*.  
<https://sucililaangraini.files.wordpress.com/2013/04/nebeng-yo-do.pdf>. (diakses pada tanggal 10 juli 2018)
- Hidayat, Witono, (2016). *Manfaat Tetes Tebu dalam Pembuatan Pupuk Organik*.  
<http://www.kampustani.com/manfaat-tetes-tebu-dalam-pembuatan-pupuk-organik/>. (diakses pada tanggal 1 agustus 2018)
- Lantang, Olivia. (2011). *Sintesis Controlled Release Fertilizer (CRF) Menggunakan Zat Aktif Pupuk Urea dengan Pelapis Silika*. Tugas Akhir, Institut Teknologi Bandung, Bandung. (diakses tanggal 4 maret)
- Lawyer, D W, 1970. Absorption of PEG by plan enther effect on plan growth. *New physol*. Vol 69, pp :501-503.
- Mexal., J. J.T Fisher., J. Osteryoung and C.P. particks Reid. 1975. Oxygen Aviability in Polyetylena Glycol Solution and its Implications in Plant Water Relation. *Plant Physiol* Vol 55, pp : 915-916.
- Sari, Aprilia Kumala, dkk, (2017), Keragaman Struktur Butir Amilum, Kadar Tepung, dan *Clustering* Delapan Taksa Tanaman Berumbidi Desa Simo Kecamatan Kendal Kabupaten Ngawi. Universitas Brawijaya. Malang. (diakses tanggal 12 Juli 2018)
- Silahooy, Ch, (2008). *Efek Pupuk KCl dan SP36 Terhadap Kalium Tersedia, Serapan Kalium Dan Hasil Kacang Tanah (Arachis Hypogea L) Pada Tanah Brunizem*.
- Suantomo, Deni dkk, (2008). *Pembuatan Komposit Polimer superabsorben dengan Mesin Berkas elektron. Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir Batan*. Daerah Istimewa Yogyakarta
- Subandriyo, Moh Eko, 2014, *Pembuatan Pupuk Urea Lepas Lambat Dengan Proses Pelapisan Urea Asetaldehid Dan Zeolit*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sugiyono. (2011). Pengaruh Variasi Kadar Amilum Biji Durian (*Duriozibethinus*, Murr) sebagai Bahan Pengikat Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tablet Parasetamol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*. Semarang: Universitas Wahid Hasyim. Hal:67.
- Supandi, Suminta, (2006). *Karakteristik Zeolit Alam dengan Metode Difraksi Sinar-X*. (diakses pada tanggal 11 juli 2018)
- Taufiq, A. 2002. *Status P dan K lahan kering tanah alfisol pulau Jawa dan Madura serta optimasi pemupukannya untuk tanaman kacang tanah*. Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan Komisariat Daerah Himpunan Ilmu Tanah Indonesia, Malang. (diakses pada tanggal 9 juli 2018)
- Yenni, Afri., dkk, (2012). *Pembuatan Slow Release Fertilizer dengan Menggunakan Polimer Amilum Dan Asam Akrilat Serta Polivinil Alkohol Sebagai Pelapis Dengan Menggunakan Metode Fluidized Bed*. Laporan Tesis Program Pascasarjana Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang ISBN 978-602-99334-1-3.