

## INTISARI

Penggunaan pupuk konvensional (*Quick Release Fertilizer*) pada sektor pertanian dan perkebunan masih memiliki efisiensi yang rendah. Hal tersebut terjadi karena cepatnya pelepasan nutrisi pupuk sehingga tidak semua nutrisi dapat diserap oleh tanaman dan hilang ke lingkungan. Hal tersebut juga menyebabkan pencemaran lingkungan dan memberikan dampak buruk bagi kesehatan. Salah satu metode untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan pembuatan *Controlled release fertilizer (CRF)*. CRF ini diharapkan akan mampu memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman sepanjang masa pertumbuhannya.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat CRF dengan cara melapisi pupuk NPK dengan *biodegradable* material dan mempelajari sifat pupuk yang telah dilapisi serta mekanisme pelepasan nitrogen yang merupakan salah satu nutrisinya. Selain itu, pengaruh modifikasi susunan material pelapis terhadap laju pelepasan nitrogen pun juga dipelajari. *Biodegradable* material yang digunakan sebagai pelapis pupuk adalah kitosan dan polianion alginat, pektin serta tripolipospat (TPP). Proses pelapisan dilakukan dengan metode *layer by layer spray drying*, dimana udara pengering dialirkan secara kontinyu. Pupuk yang telah dilapisi direndam di dalam aquadest dan dianalisis jumlah nitrogen yang keluar dengan metode Kjeldahl. Kekuatan mekaniknya dianalisis dengan uji kuat tekan dan karakter dari kulit pupuk yang terbentuk diamati dengan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* dan dianalisis dengan *Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR)*.

Dari hasil analisis uji pelepasan nitrogen menunjukkan bahwa multi layer kitosan-poliion yaitu kitosan-alginat (CA)<sub>5</sub>, kitosan-pektin (CP)<sub>5</sub> dan kitosan-TPP (CT)<sub>5</sub> mampu membentuk lapisan yang dapat meningkatkan kuat tekan dan menurunkan laju pelepasan nitrogen pada pupuk NPK yang telah dilapisi. Hasil tersebut didukung dengan hasil analisis FTIR yang menunjukkan terbentuknya interaksi ionik antara gugus amin kitosan dengan gugus COO<sup>-</sup> alginat pada lapisan kitosan-alginat (CA)<sub>5</sub>, dengan gugus COO<sup>-</sup> pektin pada lapisan kitosan-pektin (CP)<sub>5</sub> dan dengan pospat pada lapisan kitosan-TPP (CT)<sub>5</sub>. Selain itu modifikasi dari susunan lapisan kitosan-alginat memberikan hasil bahwa pupuk dengan susunan lapisan selang-seling (CA)<sub>5</sub> mampu menaikkan kuat tekan paling baik dan setelah lima jam uji pelepasan nutrisi mampu melepaskan nitrogen paling sedikit dibandingkan dengan susunan (C<sub>2</sub>A<sub>2</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub> dan susunan C<sub>3</sub>A<sub>4</sub>C<sub>3</sub>. Model matematika pelepasan nitrogen pupuk yang dilapisi pun disusun dan disimulasikan dengan MATLAB. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pelepasan nitrogen pada pupuk mengikuti model difusi sesuai yang diusulkan dan diperoleh nilai koefisien difusi pada lapisan kitosan-alginat (CA)<sub>5</sub> sebesar  $0,9551 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ , pada lapisan kitosan-TPP (CT)<sub>5</sub> sebesar  $1,0400 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$  dan pada lapisan kitosan-pektin (CP)<sub>5</sub> sebesar  $1,1981 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ .

Kata kunci : pupuk lepas lambat, kitosan, alginat, pektin, tripolipospat, pelepasan nitrogen, mekanisme difusi

## ABSTRACT

*Low efficiency of the application of conventional fertilizer (Quick Release Fertilizer) in plantation and agricultural sectors was caused by the rapid release of the nutrient fertilizer, thus not all nutrients could be absorbed by the plant and lost to the environment. It also causes environmental pollution and adversely affects health. A method to overcome this problem is by making controlled release fertilizer (CRF). CRF is expected to be able to fulfill the nutrient needs along the growth of the plant.*

*Objective of this research are to coat NPK fertilizer with biodegradable material as controlled release fertilizer and to study the properties and the nitrogen release mechanism of the coated fertilizer. In addition, the effect of the arrangement modification of material on the rate of nitrogen release was also studied. The biodegradable materials which has been used are chitosan and polyanion alginate, pectin and tripolyphosphate (TPP). The coating process was conducted with layer by layer spray drying technique subjected to continuous flow of dryer air. The coated fertilizer was soaked in demineralized water and the total nitrogen released was analyzed by Kjeldahl method. The mechanical strength was analyzed by compressive stress test and the character of the fertilizer coating was observed by Scanning Electron Microscopy (SEM) and analyzed by Fourier Transform Infra Red Spectroscopy (FTIR).*

*Result of the nitrogen release analysis showed that multi layer of chitosan-alginate (CA)<sub>5</sub>, chitosan-pectin (CP)<sub>5</sub> and chitosan-TPP (CT)<sub>5</sub> as coating material was able to increase the compressive stress and decrease the nitrogen release of coated fertilizer. These results are supported by the FTIR analysis which shows the formation of ionic interaction between amine group of chitosan and COO<sup>-</sup> group of alginate in chitosan-alginate (CA)<sub>5</sub> layer, COO<sup>-</sup> group of pectin in chitosan-pectin (CP)<sub>5</sub> layer and phosphate of TPP in chitosan-TPP (CT)<sub>5</sub> layer. On the otherhand, the modification of the arrangement of chitosan-alginate layers showed that the fertilizer with the alternating layer arrangement (CA)<sub>5</sub> was able to increase the compressive strength with the best result. After five hours of nutrient release test in demineralized water, the (CA)<sub>5</sub> arrangement coated fertilizer showed the least amount of nitrogen release compared to the (C<sub>2</sub>A<sub>2</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub> arrangement and C<sub>3</sub>A<sub>4</sub>C<sub>3</sub> arrangement. The mathematical model for the nitrogen release of coated fertilizer is also prepared and simulated with MATLAB software. The simulation results showed that the nitrogen release of coated fertilizer followed the proposed diffusion mechanism. The obtained diffusivity coefficient value in the layer of chitosan-alginate (CA)<sub>5</sub> is  $0,9551 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$ ,  $1,0400 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$  in chitosan-TPP (CT)<sub>5</sub> layer and  $1,1981 \times 10^{-6} \text{ cm}^2/\text{s}$  in chitosan-pectin (CP)<sub>5</sub> layer.*

*Keywords : controlled release fertilizer, chitosan, alginate, pectin, tripolyphosphate, nitrogen release, diffusion mechanism*