

EFEKTIVITAS HIDROGEL PVAM-g-PATI JAHE UNTUK MENINGKATKAN SERAPAN PUPUK UREA

Ediningsih

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

Email : ediningsih1217@gmail.com

Efisiensi pemberian pupuk urea pada tanaman dapat dilakukan dengan cara terkendali agar bahan aktif tidak mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari kemampuan dari hidrogel polivinil alkohol tercangkok anhidrida maleat (PVAM) dan pati termodifikasi ekstrak jahe (PVAM-g-pati jahe) dalam menyerap dan melepaskan pupuk urea. Uji daya serap urea dilakukan dengan merendam hidrogel dalam larutan urea 10% b/v selama 24 jam pada suhu ruang, kemudian bobot hidrogel ditimbang kembali setelah mengembang. Konsentrasi urea dalam filtrat diukur menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 430 nm. Penentuan penyerapan urea menyebabkan terbentuknya senyawa kompleks berwarna kuning antara urea dan p-dimetilamino benzaldehida. Bobot urea yang diserap dapat dihitung berdasarkan selisih bobot urea pada larutan awal dan bobot urea dalam filtrat. Sedangkan, uji pelepasan urea dilakukan dengan cara merendam hidrogel dalam larutan urea 10% b/v selama 24 jam. Sampel tersebut ditempatkan di atas saringan kawat yang diletakkan di dalam 100 mL akuades dan diaduk menggunakan pengaduk magnetik. Sebanyak 2 mL larutan akuades yang telah bercampur dengan urea dipipet pada

5 menit sampai 30 menit pertama dengan interval waktu 5 menit, kemudian 60 menit dan 24 jam. bobot urea di dalam akuades dibandingkan dengan bobot urea di dalam hidrogel awal untuk menghasilkan persen urea yang dilepaskan oleh hidrogel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hidrogel PVAM-g-pati jahe memiliki kapasitas penyerapan dan pelepasan urea yang lebih rendah dibandingkan hidrogel PVAM-g-pati.

Kata kunci: PVAM, pati, jahe, urea

PENDAHULUAN

Di bidang pertanian, efisiensi penggunaan pupuk dan air merupakan hal yang sangat penting dilakukan. Pada umumnya, sekitar 40-70% nitrogen, 80-90% fosfor, dan 50-70% kalium dari pupuk yang diberikan secara konvensional justru dilepaskan ke lingkungan melalui pencucian atau penguapan sehingga tidak diserap secara efektif oleh tanaman (Ni *et al.*, 2009; Wang and Wang, 2009 dalam Rabat *et al.*, 2016). Teknologi pelepasan pupuk secara terkendali merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah ini (Jamnongkan dan Kaewpirom, 2010). Teknik ini memiliki beberapa keunggulan antara lain mengurangi hilangnya pupuk dari tanah akibat hujan, atau air irigasi, menyediakan bahan aktif dalam waktu

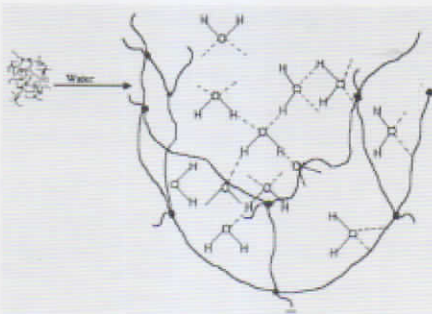
yang relatif lebih lama, meminimalkan efek negatif terkait dengan dosis dan mengurangi tingkat toksisitas (Liu *et al.*, 2007). Menurut Jamnongkan dan Kaewpirom (2010), sifat hidrofilik dari polimer yang digunakan sebagai bahan dasar hidrogel akan berpengaruh terhadap jumlah *release* pupuk. Jamnongkan dan Kaewpirom (2010) melaporkan hidrogel polivinil alkohol (PVA) menunjukkan aktivitas pelepasan fosfor di air yang lebih tinggi dibandingkan kitosan, hal ini diduga polivinil alkohol (PVA) lebih bersifat hidrofilik dibandingkan kitosan. Liang *et al.* (2009) melaporkan, hidrogel superabsorbent wheat straw-g-poly (acrylic acid) mampu mengalami pembengkakan dalam larutan urea dengan konsentrasi 0; 0,5; dan 1 g/L dengan derajat kesetimbangan pengembangan masing-masing 860; 855; dan 862 g/g. Akan tetapi, konsentrasi urea tidak berpengaruh terhadap proses *swelling* komposit hidrogel acrylic acid tersebut. Hal ini kemungkinan disebabkan karena urea merupakan molekul netral yang tidak bisa mempengaruhi gaya tolakan elektrostatik dari gugus fungsi -COO⁻ pada rantai polimer. Selain itu, urea memiliki situs hidrofilik seperti -NH₂. Oleh karena itu, larutan urea dengan konsentrasi yang berbeda tidak dapat mengubah proses pembengkakan komposit wheat straw-g-poly (acrylic acid).

Hidrogel merupakan rantai polimer hidrofilik yang dapat menahan sejumlah air di dalam strukturnya dan mengembang tanpa ikut terlarut dalam air (Dafader *et al.*, 2013). Hidrogel dapat disintesis dari beberapa macam polimer rantai lurus misalnya poli (-vinil alkohol-) (PVA), poliakrilat, dan poliakrilamida maupun kopolimer lainnya dengan gugus hidrofilik yang melimpah (Laila, 2010). Namun, pembuatan hidrogel dari bahan sintetis dapat mencemari lingkungan karena setelah digunakan bahan ini harus dibakar terlebih dahulu agar terurai. Upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu penguraian hidrogel berbasis polimer sintetis adalah dengan modifikasi dengan polimer alami seperti pati, kitosan, dan alginat, dan lain-lain. Penggunaan pati sebagai polimer alami dalam pembuatan hidrogel memiliki beberapa keuntungan yaitu harganya lebih murah, ketersediaannya melimpah, dan *biodegradable*. Namun, sifat hidrofilik pati menyebabkan pati rentan terhadap kelembapan dan memiliki stabilitas mekanik yang rendah. Untuk mengatasi kelemahan ini, strategi yang dapat digunakan adalah dengan penambahan agen penaut silang (*crosslinker*). Rao dan Parimalavalli (2013) melaporkan, penambahan jahe ke dalam pati mampu meningkatkan derajat *crosslinking* dari pati. Pati yang telah dimodifikasi dengan jahe 5% mempunyai *swelling power* ($14.5 \pm 0.45 \text{ g g}^{-1}$) dan kelarutan ($8.8 \pm 1.55\%$) lebih tinggi dibandingkan tapioka ($11.2 \pm 20.84 \text{ g g}^{-1}$ dan $7.1 \pm 0.45\%$). *Swelling power* dan derajat *crosslinking* merupakan faktor yang sangat penting dalam menentukan kemampuan hidrogel dalam proses *slow release* pupuk. Menurut Daramola Osanyinlusi (2006), peningkatan nilai *swelling power*, kelarutan dan derajat *cross-linking* disebabkan karena jahe mengandung gingerol yaitu merupakan senyawa phenolik yang dapat menyebabkan terjadinya peristiwa *cross-linking* sehingga akan mempengaruhi ikatan molekul pati. *Slow release* urea berbasis matrik pati yang dimodifikasi polivinil alkohol (PVA) menggunakan penaut silang asam borat telah dilaporkan Lum *et al.* (2016). Mengingat pentingnya efisiensi pemberian pupuk untuk mencegah hilangnya bahan aktif pupuk ke lingkungan, tulisan ini menguraikan efektivitas kapasitas penyerapan dan pelepasan pupuk urea dari hidrogel berbasis dasar polivinil alkohol (PVA) yang dicangkokkan dengan anhidrida maleat (PVAM) yang kemudian

dikopolimerisasi cangkok dengan pati tapioka yang telah dimodifikasi dengan ekstrak jahe.

Mekanisme Kerja Hidrogel dalam Slow Release Urea

Menurut Adi (2012), hidrogel kemampuan hidrogel dalam menyerap dan melepaskan air tergantung pada rangsangan eksternal, seperti pH, kelembaban, suhu, dan tekanan lingkungan sekitarnya. Ketika berinteraksi dengan air, gugus hidrofilik yang bersifat polar dari hidrogel akan menyerap air dalam jumlah yang banyak, proses ini biasa disebut *swelling* (pembengkakan).



Gambar 1. *Swelling* dan pembentukan struktur tiga dimensi dari hidrogel (Rudzinski *et al.*, 2002)

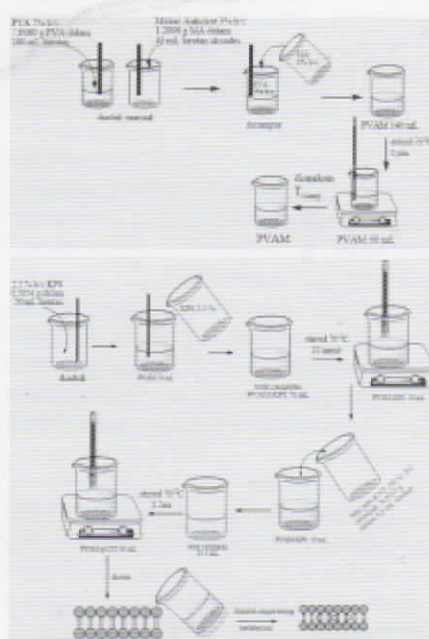
Proses pelepasan air yang terserap dalam struktur hidrogel dapat terjadi apabila kestabilan ikatan antara air dan struktur hidrogel yang terbentuk selama proses penyerapan terganggu. Beberapa stimulan luar yang dapat mengganggu stabilitas ikatan struktural hidrogel dan air meliputi perbedaan temperatur, tekanan, kelembaban, derajat keasaman dari media aplikasinya, dan juga adanya bahan kimia lain. Ketika hidrogel telah mencapai keadaan seimbang dengan lingkungan luarnya maka kemampuan hidrogel dalam berinteraksi dengan air akan berkurang. Hal ini diakibatkan oleh proses difusi air ke dalam jaringan polimer mencapai optimum sehingga hidrogel tidak mampu menahan air yang masuk ke dalam jaringannya dan melepaskan kembali ke lingkungan.

Kemampuan hidrogel untuk mengembang (*swelling*) dapat dimanfaatkan untuk *controlled release* pupuk. Pelepasan nutrisi pupuk dengan *controlled release* hidrogel baik dalam air maupun di dalam tanah, adalah melalui reaksi difusi sebagian matrik hidrogel dan pori-pori hidrogel yang mengandung air (Jamnongkan dan Kaewpirom, 2010). Perendaman hidrogel di dalam larutan urea yang

dilanjutkan perendaman dalam air, menyebabkan terjadinya proses difusi. Konsentrasi pelarut yang lebih rendah di dalam jaringan polimer dan interaksi antara pupuk dan jaringan polimer cukup lemah menyebabkan jumlah pupuk yang akan dilepas akan lebih banyak dan air yang berdifusi akan lebih banyak dibandingkan tanpa perendaman dengan urea. Konsentrasi *crosslinker* berpengaruh terhadap daya difusi, konsentrasi yang rendah menyebabkan mudahnya difusi urea ke dalam hidrogel (Laila, 2010). Semakin besar konsentrasi *crosslinker*, semakin lambat kecepatan pelepasan pupuk urea, hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi *crosslinker*, pupuk semakin tertahan di dalam jaringan kopolimer, sehingga pelepasannya semakin lambat (Witono *et al.*, 2014).

Sintesis hidrogel PVAM-g-pati jahe (Riyajan *et al.*, 2015)

Maleat anhidrida sebanyak 20 mL 3% b/v ditambahkan ke dalam 50 mL 7% b/v larutan PVA. Kemudian diaduk pada suhu 70 °C selama 2 jam sampai terbentuk gel pada campuran tersebut dan didinginkan pada suhu ruang. Kalium persulfat (KPS) 10 mL 2.5% b/v dimasukkan ke dalam larutan PVAM, diaduk pada suhu 70 °C selama 5 menit. Kemudian ditambahkan pati termodifikasi minyak jahe dengan konsentrasi 10% b/v ke dalam larutan KPS/PVAM. Kemudian campuran diaduk pada suhu 70 °C selama satu jam dan didinginkan sampai suhu kamar.

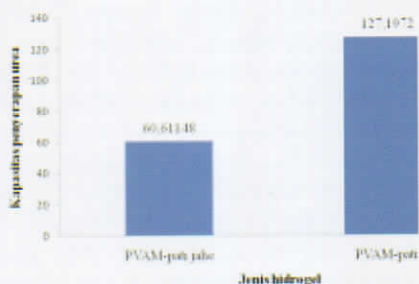


Gambar 2. Diagram alir sintesis PVAM dengan pati jahe

PVAM-g-pati dituangkan ke dalam cetakan dan didiamkan selama 7 hari pada suhu ruang. Hasil cetakan direndam dalam air akuades selama 3 hari pada suhu kamar untuk menghilangkan kotoran setelah itu dikeringkan dalam oven pada suhu 40 °C selama 1 hari.

Kapasitas penyerapan hidrogel PVAM-g-pati jahe terhadap pupuk urea

Proses penyerapan urea ke dalam jaringan hidrogel dilakukan dengan prinsip difusi-osmosis yaitu perpindahan zat terlarut urea ke dalam jaringan hidrogel melalui membran permeabel. Kemudian urea yang mengisi jaringan hidrogel akan menyebabkan daya pengembangan yang cukup besar sehingga ketika hidrogel tersebut dimasukkan ke dalam akuades menyebabkan terjadinya proses difusi air ke dalam jaringan hidrogel dan urea yang terlarut di dalamnya akan keluar dari jaringan polimer. Penambahan ekstrak jahe mampu menurunkan kapasitas penyerapan urea dengan nilai masing-masing PVAM-g-pati dan PVAM-g-pati jahe sebesar 127.20% dan 60.61% (Gambar 3).



Gambar3. Kapasitas penyerapan urea ke dalam hidrogel

Hal ini diduga adanya penambahan ekstrak jahe dalam tapioka menyebabkan relaksasi kopolimer berkurang. Laila (2010) melaporkan, faktor-faktor yang sangat mempengaruhi kapasitas penyerapan adalah konsentrasi pengikat silang dan porositas hidrogel. Konsentrasi pengikat silang yang rendah dan tingginya porositas menyebabkan mudahnya difusi air dan urea ke dalam hidrogel.

Efektivitas pelepasan hidrogel PVAM-g-pati jahe terhadap pupuk urea

Mekanisme pelepasan urea diawali dengan PVAM-g-tapioka maupun PVAM-g-tapioka jahe secara perlahan mengembang di dalam akuades dan kemudian membentuk

hidrogel dan urea dapat larut di dalamnya. Kemudian urea secara perlahan terlepas melalui perubahan dinamik dari air bebas akibat terjadinya proses difusi air ke dalam hidrogel dan urea yang larut di dalam akuades akan keluar secara perlahan untuk menyeimbangkan konsentrasi jaringan hidrogel dengan lingkungannya. Ketika air berdifusi ke dalam jaringan, urea yang ada dalam hidrogel akan keluar perlahan sehingga diharapkan dapat menutrisi akar tanaman dalam jangka waktu lama.

Penambahan ekstrak jahe sebagai agen penaut silang membuat laju pelepasan urea di dalam air semakin rendah (Gambar 4). Laju pelepasan yang paling cepat dan persentase pelepasan urea maksimal selama 24 jam terjadi pada PVAM-g-pati sebesar 97.50%, sedangkan PVAM yang ditautkan silang dengan ekstrak jahe hanya sebesar 32.14% (Tabel 1). Hal ini dapat

KESIMPULAN DAN SARAN

Kapasitas penyerapan dan pelepasan urea dari hidrogel PVAM-g-tapioka jahe lebih rendah dibandingkan hidrogel PVAM-g-tapioka. Sebaiknya dilakukan kajian pengaruh variasi konsentrasi senyawa *crosslinker* dan variasi konsentrasi pupuk urea yang digunakan.



Gambar4. Perbandingan pelepasan urea terhadap waktu

Tabel 1. Perbandingan nilai pelepasan urea

Jenis hidrogel	Waktu (menit)	Absorban si	% C	[urea]	% pelepasan urea
PVAM-tapioka jahe	0	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
	5	0.0010	0.0159	0.1984	14.83
	10	0.0012	0.0169	0.2116	15.82
	15	0.0019	0.0206	0.2579	19.28
	20	0.0022	0.0222	0.2778	20.77
	25	0.0025	0.0238	0.2976	22.25
	30	0.0029	0.0259	0.3241	24.23
	60	0.0034	0.0286	0.3571	26.70
	120	0,0039	0,0312	0,3902	29,17
	1440	0,0045	0,0344	0,4299	32,14
PVAM-tapioka	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.00
	5	0.0014	0.0180	0.2249	19.57
	10	0.0039	0.0312	0.3902	33.96
	15	0.0048	0.0360	0.4497	39.14
	20	0.0057	0.0407	0.5093	44.32
	25	0.0071	0.0481	0.6019	52.38
	30	0.0085	0.0556	0.6944	60.43
	60	0.0102	0.0646	0.8069	70.22
	120	0.0123	0.0757	0.9458	82.31
	1440	0,0149	0,0896	1,1204	97,50

menunjukkan bahwa penambahan minyak jahe dapat digunakan sebagai agen penaut silang karena mampu menahan urea lebih lama dengan laju pelepasan yang lebih rendah. Namun, nilai persen penyerapan dan pelepasan urea yang dihasilkan tidak cukup baik digunakan dalam mengontrol laju penggunaan urea di lingkungan.

D AFTAR PUSTAKA

- Adi SH. 2012. Teknologi nano untuk pertanian: aplikasi hidrogel untuk efisiensi irigasi. Jurnal Sumberdaya Lahan. 6(1): 1-16.
- Dafader NC, NT Duoc, PTT Hong, and D Binh. 2013. Synthesis and characterization of superwater absorbent hydrogel from cassava starch

- and acrylic acid blend by the application of γ -radiation. *CJASR*. 2(1):1-10.
- Daramola B and SA Osanyinlusi. 2006. Investigation on modification of cassava starch using active components of ginger roots (*Zingiber officinale* Roscoe). *African Journal of Biotechnology*. 5(10):917-920.
- Jamnongkan T and S Kaewpirom. 2010. Controlled-Release Fertilizer Based on Chitosan Hydrogel: Phosphorus Release Kinetics. *Science Journal*. 1(1):43-50.
- Laila F. 2010. Sintesis dan karakterisasi hidrogel poliakrilamida berpori untuk penyerapan dan pelepasan urea. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Program Magister Kimia. Universitas Indonesia. 1-74.
- Liang R., H Yuan, G Xi, and Q Zhou. 2009. Synthesis of wheat straw-g-poly (acrylic acid) superabsorbent composites and release of urea from it. *Carbohydrate Polymers*. 77 (2) : 181-187.
- Liu M, R Liang, F Zhan, Z Liu and A Niu. 2007. Preparation of super absorbent slow release nitrogen fertilizer by inverse suspension polymerization. *Polymer International*. 56:729-737.
- Lum YH, A Shaaban, N Mohamad and F Dimin. 2016. Slow Release of Urea Encapsulated by Starch PVA Matrix. *Key Engineering Materials*. 707. pp28-31.
- Rabat NE, S Hashimb and RA Majid. 2016. Effect of Different Monomers on Water Retention Properties of Slow Release Fertilizer Hydrogel. *Procedia Engineering* 148 : 201 – 207.
- Rao JS, and R Parimalavalli. 2013. Effect of cross-linking with ginger and garlic on the properties of cassava starch. *Journal of Root Crops*. 39(2) : 189-195.
- Riyajan S, W Sukhlaaied, and W Keawmang. 2015. Preparation and properties of a hydrogel of maleated poly (vinyl alcohol) (PVAM) grafted with cassava starch. *J Carbohydr Polym*. 122:301-307.
- Rudzinski WE, AM Dave, UH. Vaishnav, SG Kumbar, AR Kulkarni and TM Aminabhavi. 2002. Hydrogels as controlled release devices in agriculture. *Designed Monomers and Polymers*. 5(1):39-65.
- Witono JRB, YIPA Miryanti, dan H Santoso. 2014. Pengembangan pati ganyong komposit melalui reaksi grafting kopolimer dalam menghasilkan biopolimer yang berpotensi sebagai *controlled release fertilizer*. Laporan Tahunan Hibah Bersaing. Universitas Katolik Parahyangan.

