

**KAJIAN TENTANG KINERJA GRANULA LEMPUNG-KAPUR TERLAPIS
HIDROGEL PVA-BORAT UNTUK KEPENTINGAN
MATERIAL PERTANIAN**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Kimia



Oleh
Luckyta Ramadhyanty
1704985

**PROGRAM STUDI KIMIA
DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2022**

Luckyta Ramadhyanty, 2022
**KAJIAN TENTANG KINERJA GRANULA LEMPUNG-KAPUR TERLAPIS HIDROGEL PVA-BORAT UNTUK
KEPENTINGAN MATERIAL PERTANIAN**
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

**KAJIAN TENTANG KINERJA GRANULA LEMPUNG-KAPUR TERLAPIS
HIDROGEL PVA-BORAT UNTUK KEPENTINGAN
MATERIAL PERTANIAN**

Oleh
Luckyta Ramadhanty

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian dari Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Sains pada
Program Studi Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Luckyta Ramadhanty 2022
Universitas Pendidikan Indonesia
Januari 2022

Hak Cipta dilindungi undang-undang.

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis

LUCKYTA RAMADHANTY

**KAJIAN TENTANG KINERJA GRANULA LEMPUNG-KAPUR TERLAPIS
HIDROGEL PVA-BORAT UNTUK KEPENTINGAN
MATERIAL PERTANIAN**

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. Hendrawan, M.Si

NIP. 196309111989011001

Pembimbing II



Hafiz Aji Aziz, S.Si., M.Sc

NIPT. 920200419930502101

Mengetahui

Ketua Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Hendrawan, M.Si

NIP. 196309111989011001

ABSTRAK

Pada sektor pertanian, pupuk berperan sebagai pemenuh kebutuhan nutrisi tanaman. Penggunaan pupuk yang tidak terkontrol akan menimbulkan masalah pada tanaman dan lingkungan. Untuk mencegah permasalahan tersebut, maka digunakan *Controlled Release Fertilizer* (CRF) untuk meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi. Hidrogel digunakan sebagai pelapis CRF. Pada penelitian ini, hidrogel yang digunakan ialah hidrogel PVA-borat. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk menentukan karakteristik hidrogel PVA-borat menggunakan FTIR; profil *swelling ratio* granula lempung-kapur-KCl berlapis hidrogel PVA-borat, profil *water retention* granula berlapis hidrogel PVA-borat; dan profil pelepasan KCl dari granula berlapis hidrogel PVA-borat ke dalam media aqua-DM. Pada penelitian ini dilakukan (1) karakterisasi hidrogel PVA-borat menggunakan FTIR; (2) sintesis granula lempung-kapur-KCl; (3) pelapisan granula dengan hidrogel PVA-borat dengan berbagai variasi jumlah pelapisan; (4) pengujian *swelling ratio*; (5) pengujian *water retention*; dan (6) pengujian *release behavior*. Granula terlapis hidrogel berwujud spheris, berwarna putih keabuan, tak berbau, keras dan kasar. Karakterisasi FTIR menunjukkan kemiripan spektrum PVA dengan PVA-borat dan terjadi pergeseran puncak O-H akibat penambahan *crosslinker* borat. *Swelling ratio* CRF meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah pelapis, tetapi setelah 20 menit ada indikasi kerusakan pelapis; pelapisan hidrogel pada granula meningkatkan kemampuan granula dalam menahan air; dan profil pelepasan KCl dari granula lempung-kapur-KCl terlapis hidrogel PVA-borat menunjukkan kinetika orde 1 yang dapat diungkapkan dengan $C(t) = C_0(1 - e^{-kt})$ dengan k untuk TP = 0.01112442, P1 = 0.02181455, P2 = 0.03253546, P3 = 0.02726929, dan P4 = 0.02693599.

Kata kunci: granula, hidrogel, PVA-borat, kinerja

ABSTRACT

In the agricultural sector, fertilizer plays a role as a provider of plants nutrient needs. Uncontrolled use of fertilizers will cause problems for plants and the environment. To prevent these problems, a Controlled Release Fertilizer (CRF) is used to increase the efficiency of nutrient absorption. Hydrogels are used as CRF coatings. In this study, the hydrogel used was PVA-borate hydrogel. The purpose of this study was to determine the characteristics of the PVA-borate hydrogel using FTIR; swelling ratio profile of clay-lime-KCl granules coated with PVA-borate hydrogel, water retention profile of PVA-borate hydrogel-coated granules; and KCl release profile from PVA-borate hydrogel-coated granules into aqua-DM medium. In this research, (1) characterization of PVA-borate hydrogel using FTIR; (2) synthesis of clay-lime-KCl granules; (3) coating of granules with PVA-borate hydrogel with various coating amounts; (4) swelling ratio testing; (5) water retention testing; and (6) testing release behavior. Hydrogel-coated granules are spherical in shape, grayish white in color, odorless, hard and coarse. The FTIR characterization showed the similarity of the PVA spectra with PVA-borate and there was a shift in the O-H peak due to the addition of a borate crosslinker. Swelling ratio of CRF increased with increasing number of coatings, but after 20 minutes there was an indication of coating damage; hydrogel coating on the granules increases the ability of the granules to retain water; and the release profile of KCl from clay-lime-KCl granules coated with PVA-borate hydrogel showed order 1 kinetics which could be expressed by $C(t) = C_0(1 - e^{-kt})$ with k for TP = 0.01112442, P1 = 0.02181455, P2 = 0.03253546, P3 = 0.02726929, and P4 = 0.02693599.

Keywords: granule, hydrogel, PVA-borate, performance

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Struktur Organisasi Penulisan	4
BAB II.....	5
KAJIAN PUSTAKA	5
2.1 Hidrogel.....	5
2.2 Polivinil Alkohol (PVA)	7
2.3 Ikatan Silang (<i>Crosslink</i>).....	9
2.4 Controlled Release Fertilizer.....	11
2.5 Kalium Sebagai Nutrien Tanaman	12
2.6 Batuan Lempung	13
2.7 Kapur Tohor (CaO)	14
BAB III	15
METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Metode Penelitian	15

3.4 Prosedur Penelitian	16
3.4.1 Preparasi Serbuk Kapur	17
3.4.2 Preparasi Serbuk Lempung.....	17
3.4.3 Pembuatan Larutan KCl 1M	17
3.4.4 Pembuatan Granula.....	17
3.4.5 Pembuatan Larutan Polivinil Alkohol (PVA) 3%	18
3.4.6 Pembuatan Larutan Natrium Borat 4%	18
3.4.7 Pembuatan Larutan Hidrogel PVA-Borat 1%	18
3.4.8 Pelapisan Granula Dengan Larutan Hidrogel PVA-Borat.....	18
3.4.9 Karakterisasi Hidrogel PVA-Borat Menggunakan FTIR	19
3.4.10 Pengujian <i>Swelling Ratio</i>	19
3.4.11 Pengujian <i>Water Retention</i>	19
3.4.12 Pengujian <i>Release Behavior</i>	19
BAB IV	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Sintesis Granula Lempung-Kapur-KCl	20
4.2 Pelapisan Granula Lempung-Kapur-KCl Dengan Hidrogel PVA-Borat	22
4.6 Karakterisasi Hidrogel PVA-Borat Menggunakan FTIR	24
4.3 Hasil Uji <i>Swelling Ratio</i>	27
4.4 Pengujian <i>Water Retention</i>	28
4.5 Pengujian <i>Release Behavior</i>	29
BAB V	31
KESIMPULAN DAN SARAN	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (A) Ikatan makromolekul ideal pada hidrogel, (B) Jaringan dengan persimpangan multifungsi, (C) keterikatan fisik dalam hidrogel, (D) fungsionalitas yang tidak bereaksi dalam hidrogel, (E) lingkaran rantai dalam hidrogel.....	6
Gambar 2.2 Struktur Polivinil Alkohol (PVA).....	8
Gambar 2.3 <i>Crosslinking</i> Pada Polimer.....	9
Gambar 2.4 Reaksi PVA dengan Asam Borat.....	10
Gambar 3.1 Diagram Prosedur Penelitian.....	16
Gambar 4.1 Granula Lempung-Kapur-KCl Hasil Sintesis.....	21
Gambar 4.2 Spektrum FTIR PVA dan Hidrogel PVA-Borat.....	25
Gambar 4.3 Spektrum FTIR PVA dan Hidrogel PVA-Borat (Manna dan Patil, 2009).....	26
Gambar 4.4 Grafik Hasil Pengujian <i>Swelling Ratio</i>	27
Gambar 4.5 Grafik Hasil Pengujian <i>Water Retention</i>	28
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengujian <i>Release Behavior</i>	29

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Jumlah Granula dan Variasi Pelapisan.....	18
Tabel 4.1 Perbandingan Wujud Fisik Granula Terlapis Hidrogel PVA-Borat Dengan Berbagai Variasi Jumlah Pelapisan.....	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Perhitungan.....	38
Lampiran 2 Tabel Data Pengujian <i>Swelling Ratio</i>	40
Lampiran 3 Tabel Data Pengujian <i>Water Retention</i>	43
Lampiran 4 Tabel Data Pengujian <i>Release Behavior</i>	44
Lampiran 5 Hasil Karakterisasi FTIR.....	48
Lampiran 6 Dokumentasi.....	51

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, E. M. (2013). Hydrogel: Preparation, Characterization, and Applications. *Journal of Advanced Research.*
- Akhtar, M. F., Hanif, M., and Ranjha, N. M. (2015). Review: Methods of Synthesis of Hydrogels. *Saudi Pharmaceutical Journal*, 24, 554–559.
- Arifin, Y. F., dan Markawie. (2013). Stabilisasi Tanah Lempung Lunak Dengan Kapur Pada Kondisi Kadar Air Lapangan. *Info Teknik*, (14) 1 Juli 2013
- Aziz, M. (2010). Batu Kapur dan Peningkatan Nilai Tambah Serta Spesifikasi Untuk Industri. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*, 6(3): 116-131.
- Azhari, N. A. (2020). Profil Pelepasan KCl Dari Granula Berbasis Batuan Lempung Kapur ke Dalam Aqua-DM Pada Suhu 25°C dan 30°C (Skripsi). Jurusan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia
- Boynton S. Robert. (1999). Chemistry and Technology of Lime and Limestone, 2nd.ed. *John Wiley and Sons, Inc.*
- Budiono, K., dan Panggabean, H. (2008). Karakteristik Mineral Lempung Pada Sedimen Resen Permukaan Dasar Laut di Perairan Kota Semarang. *Jurnal Geologi dan Sumber Daya Mineral* 8(4): 1-21.
- Chen,L., Shao, J., Yu, Q., and Wang, S. (2020). High-Strength, Anti-Fatigue, Stretchable Self-Healing Polyvinyl Alcohol Hydrogel Based on Borate Bonds and Hydrogen Bonds. *Journal of Dispersion Science and Technology*.
- Distantina, S., Rahayu, F., & Zalfa, T. H. G. (2018). Bead Gel dari Karagenan-Carboxymethylcellulose dengan Crosslinking Glutaraldehid sebagai Controlled Release Urea. In Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan.
- Deng, G., Tang, C., Li, F., Jiang, H., and Chen, Y. (2010). Covalent Cross-Linked Polymer Gels with Reversible Sol-Gel Transition and Self-Healing Properties. *Macromolecules* 2010, 43, 1191–1194
- Erizal,, and C, Rahayu. (1998). Karakterisasi Hidrogel PVA Hasil Polimerisasi Radiasi. Indonesia: Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN.

- Erizal dan Rahayu. (2009). Hidrogel Peka Suhu Polivinil alkohol (PVA) -ko- N-isopropil Akrilamida (NIPAAM) Hasil Iradiasi - γ Sebagai Matriks Sistem Pompa/Sistem On – Off. *Indo. J. Chem.*, 2009, 9 (1), 19 – 27.
- Fransiska, D., and Reynaldi, A. (2020). Karakteristik Hidrogel dari Iota Karaginan dan PVA (Poly-Vinyl Alcohol) Dengan Metode Freezing-Thawing Cycle. *Jambura Fish Processig Journal*.
- Gambash, S., Kochba, M., & Avnimelech, Y. (1990). Studies on slow-release fertilizers: II. A method for evaluation of nutrient release rate from slow-releasing fertilizers. *Soil Science*, 150(1): 446-450.
- Gunadi, N. (2009). Kalium sulfat dan kalium klorida sebagai sumber pupuk kalium pada tanaman bawang merah. *Jurnal Hortikultura*, 19(2).
- Han, X., Chen, S., and Hu, X. (2009). Controlled-Release Fertilizer Encapsulated By Starch/Polyvinyl Alcohol Coating. *Desalination* 240 (2009) 21-26. *Presented at the Third Membrane Science and Technology Conference of Visegrad Countries (PERMEA), Siofok, Hungary*.
- Han, J., Lei, T., and Wu, Q. (2014). High-Water-Content Mouldable Polyvinyl Alcohol-Borax Hydrogelsreinforced by Well-Dispersed Cellulose Nanoparticles: Dynamicrheological Properties and Hydrogel Formation Mechanism. *Carbohydrate Polymers*, 102 (2014) 306– 316.
- Hendrawan, Khoerunnisa, F., Sonjaya, Y., & Chotimah, N. (2016). Physical and chemical characteristics of alginate-poly (vinyl alcohol) based controlled release hydrogel. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(4): 4863-4869.
- Jarosiewicz, A., and Tomaszewska, M. (2003). Controlled-Release NPK Fertilizer Encapsulated by Polymeric Membranes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2003, 51, 413-417.
- Jiang, X., Xiang, N., Zhang, H., Sun, Y., Lin, Z., & Hou, L. (2018). Preparation and Characterization of Poly(Vinyl Alcohol)/Sodium Alginate Hydrogel with High Toughness and Electric Conductivity. *Carbohydrate polymers* (186): 377-383.

- Kementrian Pertanian. (2015). Rencana Strategis Kementrian Pertanian Tahun 2015-2019, 1–364.
- Li, X., Li, Q., Xua, X., Sua, Y., Yue, Q., and Gao, B.(2015). Characterization, Swelling and Slow-Release Properties of a New Controlled Release Fertilizer Based on Wheat Straw Cellulose Hydrogel. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 60(2016)564–572
- Maitra, J., and Shukla, V.K. (2014). Cross-linking in Hydrogels – A Review. *American Journal of Polymer Science*, 4(2):25-31
- Manna, U., & Patil, S. (2009). Borax mediated layer-by-layer self-assembly of neutral poly (vinyl alcohol) and chitosan. *The Journal of Physical Chemistry B*, 113(27), 9137-9142.
- Munasir., Triwikantoro., Zainuri, M., dan Darminto. (2012). Uji XRD dan XRF pada Bahan Meneral (Batuhan dan Pasir) Sebagai Sumber Material Cerdas (CaCO_3 dan SiO_2). *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPPA)*, 2087-9946.
- Nooeaid, P., Chuysinuan, P., Pitakdantham, W., Aryuwananon, D., Techasakul, S., and Dechtrirat, D. (2020). Eco-Friendly Polyvinyl Alcohol/Polylactic Acid Core/Shell Structured Fibers as Controlled-Release Fertilizers for Sustainable Agriculture. *Journal of Polymers and the Environment*.
- Park, H., Guo, X., Temenoff, J.S., Tabata, Y., Caplan, A.I., Kasper, K., and Mikos, A. G. (2009). Effect of Swelling Ratio of Injectable Hydrogel Composites on Chondrogenic Differentiation of Encapsulated Rabbit Marrow Mesenchymal Stem Cells In Vitro. *Biomacromolecules 2009*, 10: 541–546.
- Peppas, N.A., and Hoffman, A.S. (2020). Biomaterials Science (Fourth Edition) -An Introduction to Materials in Medicine (Book).
- Piest, M., Zhang, X., Trinidad, J., and Engbersen, J. F. J. (2011). pH-Responsive, Dynamically Restructuring Hydrogels Formed by Reversible Crosslinking of PVA with Phenylboronic Acid Functionalised PPO–PEO–PPO Spacers. *The Royal Society of Chemistry*, 1-8

- Priyono, K.D. (2012). Kajian Mineral Lempung Pada Kejadian Bencana Longsorlahan di Pegunungan Kulonprogo Daerah Istimewa Yogyakarta. *Forum Geografi*, 1(26): 53-64.
- Riedo, C., Caldera, F., Poli, T., and Chiantore, O. (2015). Poly(Vinylalcohol)-Borate Hydrogels with Improved Features for the Cleaning of Cultural Heritage Surfaces. *Heritage Science* (2015) 3:23.
- Saraydin, D., Karadag, E., and Güven, O. (1998). The Releases of Agrochemicals from Radiation Induced Acrylamide/Crotonic Acid Hydrogels. *Polymer Bulletin* 41, 577–584.
- Schäbitz, M, Janssen, C., Wenk, H. R., Wirth, R., Schuck, B., Wetzel, H.U., Meng, X., and Dresen, G. (2018). Microstructures in landslides in northwest China – Implications for creeping displacements. *Journal of Structural Geology*, 106:(70-85).
- Shavit, U., Shaviv, A., Shalit, G., and Zaslavsky. (1997). Release Characteristics of a New Controlled Release Fertilizer. *Journal of Controlled Release*, 43 (1997):131–138.
- Shin, M. K., Spinks, G. M., Shin, S. R., Kim, S. I., and Kim. S. J. (2009). Nanocomposite Hydrogel with High Toughness for Bioactuators. *Wiley*, (21): 1712–1715.
- Suratha, I.K. (2015). Krisis Petani Berdampak Pada Ketahanan Pangan di Indonesia. Bali: Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja ISSN 0216-8138.
- Tang, Y., Pang, L., and Wang, D. (2017). Preparation and Characterization of Borate Bioactive Glass Cross-Linked PVA Hydrogel. *Journal of Non-Crystalline Solids*.
- Tomaszewska, M., Jarosiewicz, A., and Karakulski, K. (2002). Physical and Chemical Characteristics of Polymer Coatings in CRF Formulation. *Elsevier Science*, Desalination 146 (2002) 3: 19-323.
- Utami, D. N. (2018). Kajian Jenis Mineralogi Lempung dan Implikasinya Dengan Gerakan Tanah. *Jurnal Alami*, 2(2): 2548-8635.

- Wang, C., Shen, Z., Hu, P., Wang, T., Zhang, X., Liang, L., and Zhang, K. (2021). Facile Fabrication and Characterization of High-Performance Borax-PVA Hydrogel. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, 1-11.
- Yulianti, A., D. Sarah dan E. Soebowo. (2012). Pengaruh Lempung Ekspansif Terhadap Potensi Amblesan Tanah di Daerah Semarang. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan*. 22(2): 93-104.
- Zhang,Q., Yu, G., Zhou, Q., Li, J., Feng, Y., Wang, L., Tang, Y., and Peng, Y. (2020). Eco-Friendly Interpenetrating Network Hydrogels Integrated with Natural Soil Colloid as a Green and Sustainable Modifier for Slow Release of Agrochemicals. *Journal of Cleaner Production*, 269 (2020) 122060.