

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI PERFORMA PVA/BORAT/POM
SEBAGAI MATERIAL *SLOW/CONTROLLED-RELEASE FERTILIZER* KCl**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh Sarjana Sains pada Program
Studi Kimia



Disusun oleh

Helmi Nurapriliansyah

NIM 2001006

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

2024

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI PERFORMA PVA/BORAT/POM
SEBAGAI MATERIAL *SLOW/CONTROLLED-RELEASE FERTILIZER KCl***

oleh:

Helmi Nurapriiliansyah

2001006

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada Program Studi Kimia

© Helmi Nurapriiliansyah 2024

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2024

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.

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

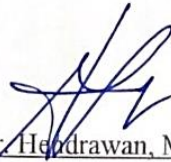
LEMBAR PENGESAHAN

HELMI NURAPRILIANSYAH

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI PERFORMA PVA/BORAT/POM SEBAGAI
MATERIAL *SLOW/CONTROLLED-RELEASE FERTILIZER KCl***

disetujui dan disahkan oleh:

Pembimbing I



Dr. Hendrawan, M.Si.

NIP. 196309111989011001

Pembimbing II



Hafiz Aji Aziz, M.Sc.

NIP. 920200419930502101

Mengetahui

Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI



Prof. Fitri Khoerunnisa, Ph.D

NIP. 197806282001122001

ABSTRAK

Untuk kepentingan pelaksanaan praktik pertanian yang efektif dan ramah lingkungan telah dikembangkan berbagai pendekatan pengembangan pupuk, yang diantaranya adalah *Slow/Controlled-Release Fertilizer (S/CRF)*. Pada praktiknya, pengembangan S/CRF sering melibatkan material yang disebut dengan istilah hidrogel baik yang bersumber dari bahan sintetis, alam, ataupun campuran keduanya. Kajian terhadap hidrogel PVA/Borat sebagai material S/CRF menunjukkan bahwa gel tersebut masih mudah rusak. Penambahan *filler* seperti *Premna oblongifolia* Merr. terbukti dapat meningkatkan stabilitas mekanik pada hidrogel. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi optimum penambahan POM, mengetahui karakteristik hidrogel PVA/Borat/POM, serta performa lembaran hidrogel dan granula. Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu (1) optimasi komposisi dari sintesis lembaran hidrogel PVA/Borat/POM, serta sintesis lembaran PVA/Borat/POM dan granula CaCO₃-KCl terlapisi; (2) karakterisasi menggunakan FTIR, SEM, dan *water contact angle* dari lembaran hidrogel PVA/Borat/POM; (3) uji performa agrokimia dari lembaran dan granula. Merujuk ke nilai parameter *swelling ratio*, *water retention*, dan *water contact angle* yang lebih unggul dibandingkan komposisi lainnya, maka hidrogel PVA/Borat dengan penambahan POM 15mL yang diproses lebih lanjut. FTIR menunjukkan adanya ikatan O-H, C-H sp³, C=O, B-O, C-O, dan C-C pada kedua hidrogel, dan tidak ditemukan kemunculan atau kehilangan gugus fungsi baru. SEM memperlihatkan pemotretan secara *cross sectional* membuat lapisan (alur) menjadi lebih banyak. *Water contact angle* menunjukkan penambahan POM menurunkan hidrofilitas. *Swelling ratio* menunjukkan penambahan POM meningkatkan nilai %SR. *Water retention* menunjukkan penambahan POM menurunkan nilai %WR. Uji biodegradabilitas menunjukkan hidrogel PVA/Borat/POM lebih biodegradabilitas, dibandingkan PVA/Borat. Uji *release behavior* lembaran menunjukkan bahwa hidrogel PVA/Borat/POM memiliki nilai konduktivitas *release* KCl yang lebih tinggi, dibandingkan hidrogel PVA/Borat. Pelapisan granula CaCO₃-KCl dengan gel PVA/Borat/POM mampu menurunkan laju *release* KCl, dibandingkan dengan granula CaCO₃-KCl tanpa pelapisan.

Kata Kunci: S/CRF, hidrogel, PVA/Borat/POM, *Premna oblongifolia* Merr.

ABSTRACT

In the interest of implementing effective and environmentally friendly agricultural practices, various approaches to fertilizer development have been developed, including Slow/Controlled-Release Fertilizer (S/CRF). In practice, the development of S/CRF often involves materials referred to as hydrogels whether sourced from synthetic, natural, or a *mixture* of both. Studies on PVA/Borate hydrogels as S/CRF materials show that the gel is still easily damaged. The addition of fillers such as *Premna oblongifolia* Merr. has been shown to improve the mechanical stability of hydrogels. This study aims to determine the optimum composition of POM addition, determine the characteristics of PVA/Borate/POM hydrogels, and the performance of hydrogel sheets and granules. The research was conducted in several stages, namely (1) composition optimization of the synthesis of PVA/Borate/POM hydrogel sheets, as well as the synthesis of PVA/Borate/POM sheets and coated CaCO₃-KCl granules; (2) characterization using FTIR, SEM, and water contact angle of PVA/Borate/POM hydrogel sheets; (3) agrochemical performance testing of sheets and granules. Referring to the superior values of *swelling* ratio, water retention, and water contact angle parameters compared to other compositions, the PVA/Borate hydrogel with 15mL POM addition was processed further. FTIR showed the presence of O-H, C-H sp³, C=O, B-O, C-O, and C-C bonds in both hydrogels, and no appearance or loss of new functional groups. SEM shows that *cross sectional* shooting makes the layers (grooves) become more numerous. Water contact angle showed the addition of POM decreased hydrophilicity. *Swelling* ratio shows the addition of POM increases the %SR value. Water retention showed the addition of POM decreased the %WR value. Biodegradability test showed that PVA/Borate/POM hydrogel is more biodegradable than PVA/Borate. Sheet release behavior test showed that PVA/Borate/POM hydrogel has a higher KCl release conductivity value, compared to PVA/Borate hydrogel. Coating CaCO₃-KCl granules with PVA/Borate/POM gel was able to reduce the release rate of KCl, compared to CaCO₃-KCl granules without coating.

Keywords: S/CRF, hydrogel, PVA/Borate/POM, *Premna oblongifolia* Merr.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
ABSTRAK	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Slow/Controlled-Release Fertilizer (S/CRF)</i>	5
2.2 Hidrogel	6
2.3 Polivinil Alkohol.....	7
2.4 Borat.....	7
2.5 Hidrogel PVA/Borat	8
2.6 Cincau Hijau atau <i>Premna oblongifolia</i> Merr. (POM).....	9
2.7 Pupuk Kalium	10

2.8	Kapur Pertanian	11
2.9	Karakterisasi	11
2.9.1	Fourier Transforms Infra-Red Spectroscopy	11
2.9.2	Scanning Electron Microscopy	12
2.9.3	Water Contact Angle	13
2.10	Uji Performa	14
2.10.1	Swelling Ratio	14
2.10.2	Water Retention	14
2.10.3	Release Behavior	15
2.10.4	Biodegradibilitas	15
BAB III METODE PENELITIAN		16
3.1	Metode Penelitian	16
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	16
3.3	Desain Penelitian	16
3.4	Variabel Penelitian.....	17
3.5	Cara Pengolahan Data.....	18
3.6	Alat dan Bahan.....	18
3.7	Diagram Alir Penelitian	19
3.8	Prosedur Penelitian	20
3.8.1.	Tahap Preparasi Bahan	20
3.8.2.	Tahap Preparasi Hidrogel Sintesis Hidrogel PVA/Borat/POM.....	21
3.8.3.	Tahap Karakterisasi Hidrogel	23
3.8.4.	Tahap Uji Performa	24
BAB IV HASIL & PEMBAHASAN.....		26
4.1	Optimasi Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	26
4.1.1	Parameter <i>Swelling Ratio</i>	27

4.1.2	Parameter <i>Water Retention</i>	28
4.1.3	Parameter <i>Water Contact Angle</i>	29
4.2	Karakterisasi	30
4.2.1	Karakterisasi FTIR Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM	30
4.2.2	Karakterisasi SEM Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	33
4.2.3	Karakterisasi <i>Water Contact Angle</i> Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	35
4.3	Uji Performa Lembaran	36
4.3.1	Uji <i>Swelling Ratio</i> Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	36
4.3.2	Uji <i>Water Retention</i> Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	37
4.3.3	Uji Biodegradabilitas Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	38
4.3.4	Uji <i>Release Behavior</i> Lembaran PVA/Borat/POM-KCl	40
4.4	Uji Performa Granula.....	42
4.4.1	Uji <i>Release Behavior</i> Granula PVA/Borat/POM/CaCO ₃ -KCl.....	42
BAB V KESIMPULAN & SARAN		46
5.1	Kesimpulan	46
5.2	Saran	46
DAFTAR PUSTAKA.....		48
LAMPIRAN		56

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Perbandingan Massa KCl-CaCO ₃ pada Granula	21
Tabel 3.2 Rasio variasi volume POM.....	22
Tabel 4.1 Hasil analisis FTIR hidrogel PVA/Borat dan PVA/Borat/POM	31
Tabel 4.2 Hasil karakterisasi SEM <i>surface</i>	33
Tabel 4.3 Hasil karakterisasi SEM <i>cross section</i>	34
Tabel 4.4 Hasil Uji Biodegradabilitas Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM Lumpur <i>Non-mix</i>	38
Tabel 4.5 Hasil Uji Biodegradabilitas Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM Lumpur <i>Mix</i>	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Polimer PVA.....	7
Gambar 2.2 Struktur Ion Borat	8
Gambar 2.3 Ikatan silang antara ion borat dan gugus OH dalam polimer PVA.....	8
Gambar 2.4 <i>Premna oblongifolia</i> Merr. (POM).....	9
Gambar 2.5 Struktur Pektin	10
Gambar 3.1 Desain Penelitian	17
Gambar 3.2 Sintesis Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	19
Gambar 3.3 Sintesis Lembaran PVA/Borat/POM-KCl.....	19
Gambar 3.4 Sintesis Granula PVA/Borat/POM/CaCO ₃ -KCl.....	20
Gambar 4.1 Serbuk POM.....	26
Gambar 4.2 Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM (a) 2,5 mL; (b) 5 mL; (c) 10 mL; (d) 15 mL; dan (e) 20 mL	27
Gambar 4.3 Swelling Ratio Optimasi Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	28
Gambar 4.4 Water Retention Optimasi Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM	29
Gambar 4.5 Hasil WCA Optimasi Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	30
Gambar 4.6 Spektrum FTIR hidrogel PVA/Borat dan PVA/Borat/POM	31
Gambar 4.7 Reaksi Pengikatan Silang PVA dan Ion Borat.....	32
Gambar 4.8 Grafik WCA PVA/Borat dan PVA/Borat/POM	35
Gambar 4.9 Grafik SR PVA/Borat dan PVA/Borat/POM.....	36
Gambar 4.10 Grafik WR PVA/Borat dan PVA/Borat/POM	37
Gambar 4.11 Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM-KCl (a) Sebelum Kering; (b) Setelah Kering.....	40
Gambar 4.12 Hasil RB Lembaran Hidrogel PVA/Borat/POM.....	41
Gambar 4.13 Granula CaCO ₃ -KCl PVA/Borat/POM (a) tidak terlapisi gel; (b) terlapisi gel.....	42
Gambar 4.14 Hasil RB Granula Tanpa Terlapisi Gel (atas) granula CaCO ₃ -KCl; (bawah) granula Kalsit.....	43
Gambar 4.15 Hasil RB Granula Terlapisi Gel (atas) granula CaCO ₃ -KCl; (bawah) granula Kalsit.....	44
Gambar 4.16 Hasil Koreksi RB Granula CaCO ₃ -KCl.....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan.....	56
Lampiran 2 Spektra FTIR Hidrogel.....	60
Lampiran 3 Mikrograf SEM Hidrogel.....	62
Lampiran 4 Data Penelitian	65
Lampiran 5 Uji Biodegradabilitas Lembaran PVA/Borat/POM.....	81
Lampiran 6 Dokumentasi Penelitian.....	84

DAFTAR SINGKATAN

S/CRF = *Slow/Controlled-Release Fertilizer*

SR = *Swelling Ratio*

WR = *Water Retention*

WCA = *Water Contact Angle*

RB = *Release Behavior*

FTIR = *Fourier Transforms Infra-Red Spectroscopy*

SEM = *Scanning Electron Microscope*

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. Z., Situmorang, Y. A., & Noezar, I. (2012). Hidrogel Mikrokomposit Berbasis Polivinilalkohol/Bentonit. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 8, 7–10.
- Adi, S. H. (2012). Teknologi Nano untuk Pertanian: Aplikasi Hidrogel untuk Efisiensi Irigasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*.
- Alauhdin, M., Tirza Eden, W., & Alighiri, D. (2021). Aplikasi Spektroskopi Inframerah untuk Analisis Tanaman dan Obat Herbal. *Inovasi Sains Dan Kesehatan*, 84–118. <https://doi.org/10.15294/v0i0.15>
- Alfy, M. N. T., & Handoyo, T. (2022). Pengaruh Dosis dan Waktu Aplikasi Pupuk KCl Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 6(1), 85–97. <https://doi.org/10.25047/agriprima.v6i1.431>
- Alvarez-Vázquez, L. J., Fernández, F. J., & Martínez, A. (2014). Optimal control of eutrophication processes in a moving domain. *Journal of the Franklin Institute*, 351(8), 4142–4182. <https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2014.04.012>
- Anwar, B. (2008). BIODEGRADASI POLI(HIDROKSIBUTIRAT co CAPROLAKTON) DENGAN MENGGUNAKAN LUMPUR AKTIF. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 12(2), 68–78. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v12i2.35777>
- Aouada, F. A., Regina, de M. M., & Mattoso Luiz Henrique Capparelli. (2011). Biodegradable Hydrogel as Delivery Vehicle for the Controlled Release of Pesticide Fauze. *Stoytcheva, M. In Tech*. <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
- Barchia, M. F. (2009). Agroekosistem Tanah Mineral Masam. *Gajah Mada University Press*.
- Bolto, B., Tran, T., Hoang, M., & Xie, Z. (2009). Crosslinked poly(vinyl alcohol) membranes. *Progress in Polymer Science (Oxford)*, 34(9), 969–981. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2009.05.003>

- Buechel, T. (2014). Calcitic vs Dolomitic Limestone. Premier Tech Growers and Consumers.
- Chatterjee, S., Chatterjee, T., & Woo, S. H. (2010). A new type of chitosan hydrogel sorbent generated by anionic surfactant gelation. *Bioresource Technology*, *101*(11), 3853–3858. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.12.089>
- Chien, S. H., Prochnow, L. I., & Cantarella, H. (2009). Chapter 8 Recent Developments of Fertilizer Production and Use to Improve Nutrient Efficiency and Minimize Environmental Impacts. In *Advances in Agronomy* (1st ed., Vol. 102, Issue 09). Elsevier Inc. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(09\)01008-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(09)01008-6)
- Chieng, B. W., Ibrahim, N. A., Daud, N. A., & Talib, Z. A. (2019). Functionalization of graphene oxide via gamma-ray irradiation for hydrophobic materials. In *Synthesis, Technology and Applications of Carbon Nanomaterials*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815757-2.00008-5>
- Dzulumah, Z. (2022). SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI PERFORMA FLEK HIDROGEL BERBASIS POLIVINIL ALKOHOL, BORAT, DAN KITOSAN SEBAGAI MATERIAL CRF DENGAN NUTRIEN KALIUM KLORIDA (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Elliot, A. D., & Zhang, D.-K. (2005). Controlled Release Zeolite Fertilisers: A Value Added Product Produced from Fly Ash. *World of Coal Ash (WOCA)*, 1–32.
- Erizal, Lukitowati, F., Barleany, D. R., Aziz, Z., & Sudirman. (2018). Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Superabsorben Kopoli (Kalium Akrilat) -g-Poli (Vinil Alkohol). *Majalah Polimer Indonesia*, *21*, 20–35.
- Fiqinanti, N., Zulferiyenni, Susilawati, & Nurainy, Fi. (2022). Karakteristik Biodegradable Film dari Bekatul Beras dan Selulosa Sekam Padi. *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, *1*(2), 283–292.
- Fitriadi, A., Sufardi, & Muyasir. (2013). PENGARUH RESIDU PUPUK KCL DAN KOMPOS TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH DAN PERTUMBUHAN PADI (*Oryza sativa L.*) Residue Effect of KCl Fertilizer and Rice Straw Compost in Soil Chemical Properties and Rice (*Oryza sativa L.*) Growth. *Jurnal Manajemen*

- Sumberdaya Lahan*, 2(3), 223–230.
- Frank, B.S. and Cleon W. Ross. (Terjemahan Diah R. Lukman dan Sumaryono). (1995). Fisiologi tumbuhan. ITB. Bandung.
- Fujita, T. & Shoji, S. (1999). Kinds and properties of Meister fertilizers. In: Meister controlled release fertilizer – Properties and Utilization. Shoji, S. (ed). Konno Printing Company Ltd. Sendai, Japan. pp. 13-34.
- Futra, R. K., Setyawardani, T., & Astuti, T. Y. (2020). Pengaruh Penggunaan Pektin Nabati Dengan Presentase yang Berbeda Terhadap Warna dan Tekstur Yogurt Susu Sapi. *Journal of Animal Science and Technology*, 2(1)(1), 20–28.
- Ganetri, I., Essamlali, Y., Amadine, O., Danoun, K., Aboulhrouz, S., & Zahouily, M. (2021). Controlling factors of slow or controlled-release fertilizers. In *Controlled Release Fertilizers for Sustainable Agriculture*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-819555-0.00007-8>
- Gunadi, N. (2009). Kalium Sulfat dan Kalium Klorida Sebagai Sumber Pupuk Kalium pada Tanaman Bawang Merah. *Jurnal Hortikultura*, 19(2)(2), :174-185.
- Handayani, N. I. (2015). Identifikasi fungi pada unit lumpur aktif Pengolah Limbah Cair di industri tekstil. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 1(5), 993–997. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010306>
- Hendrawan, H, Lestari, I. P., & Aziz, H. A. (2022). Pengaruh pH Medium terhadap Kemampuan Swelling dan Permeasi KCl melalui Membran PVA-Borat. *Chemica Isola*, 2(1), 94–98. <https://ejournal.upi.edu/index.php/CI/article/view/HH>
- Hendrawan, Hendrawan, Aziz, H. A., Haryati, N., & Khoerunnisa, F. (2023). Poly(vinyl alcohol)/*Premna oblongifolia* Merr. Extract/Glutaraldehyde/Carbon Nanotube (VOGC)-Based Composite Hydrogel: A Potential Candidate for Controlled-Release Materials. *ChemistryOpen*, 12(2), 1–10. <https://doi.org/10.1002/open.202200239>
- Hendrawan, Hendrawan, Khoerunnisa, F., Sonjaya, Y., & Putri, A. D. (2019). Poly (vinyl alcohol)/glutaraldehyde/*Premna oblongifolia* merr extract hydrogel for controlled-release and water absorption application. *IOP Conference Series*:

- Materials Science and Engineering*, 509(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/509/1/012048>
- Hennink, W. E., & van Nostrum, C. F. (2012). Novel crosslinking methods to design hydrogels. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 64(SUPPL.), 223–236. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2012.09.009>
- Huang, M., Hou, Y., Li, Y., Wang, D., & Zhang, L. (2017). High performances of dual network PVA hydrogel modified by PVP using borax as the structure-forming accelerator. *Designed Monomers and Polymers*, 20(1), 505–513. <https://doi.org/10.1080/15685551.2017.1382433>
- Ihsan, M., & Rahayu, T. (2017). Peningkatan Ukuran Bonggol Adenium (Adenium obesum) Dengan Pemberian Unsur K Dari Beberapa Macam Sumber Kalium. *Agronomika*, 12(1), 19–24.
- Islamiah, M. R., & Sukohar, A. (2017). *Efektivitas Kandungan Zat Aktif Daun Cincau Hijau (Cyclea barbata Miers) Dalam Melindungi Mukosa Lambung Terhadap Ketidakseimbangan Faktor Agresif Dan Faktor Defensif Lambung The Effectivity Bioactive Compounds Of Leaf Green Grass Jelly (Cyclea barbata*. 7(November), 41–48.
- Istiani, A., Ristianingsih, Y., & Lestari, I. (2022). *Transfer Massa pada Pupuk Lepas Lambat*.
- Jhurry, D. (1997). *AGRICULTURAL POLYMERS Water-soluble Polymers*. 109–113.
- Lestari, I. P. (2021). PERMEASI KALIUM KLORIDA KE DALAM MEDIA AQUEOUS MELALUI MEMBRAN HIDROGEL PVA-BORAT PADA BERBAGAI PH. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Maurizka, N. (2019). Profil Permeasi Kalium Klorida Melalui Membran Hidrogel Berbasis Poli (Vinil Alkohol)/Glutaraldehyd Termodifikasi Ekstrak *Premna oblongifolia* Merr. pada Berbagai Ketebalan. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Masta, N. (2020). Buku Materi Pembelajaran Scanning Electron Microscopy. *Patra Widya: Seri Penerbitan Penelitian Sejarah Dan Budaya.*, 21(3), i–iii.

- Mathur, A. M., Moorjani, S. K., & Scranton, A. B. (1996). Methods for synthesis of hydrogel networks: A review. *Journal of Macromolecular Science - Reviews in Macromolecular Chemistry and Physics*, 36(2), 405–430. <https://doi.org/10.1080/15321799608015226>
- Megasari, R., Biyatmoko, D., Ilham, W., & Hadie, J. (2012). Identifikasi Keragaman Jenis Bakteri Pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Dengan Lumpur Aktif Limbah Tahu. *Enviro Scienteeae*, 8, 89–101.
- Meilia, N. (2019). Penetapan Kadar Mefenamat. *Fakultas Farmasi UMP*.
- Mistry, B. . (2009). A Handbook of Spectroscopic Data Chemistry. In *Spectroscopic Data*. <https://doi.org/10.1007/978-1-4757-1385-5>
- Nicola, F. (2015). Skripsi: Hubungan Antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid) dan TSS (Total Suspended Solid) dengan Kadar Fe²⁺ dan Fe Total pada Air Sumur Gali. *Skripsi*, 27. http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/Ainul_Latifah-101810401034.pdf?sequence=1
- Nurdin, S. U., Suhartono, A. ., & Rizal, S. (2008). KARAKTERISTIK FUNGSIONAL POLISAKARIDA PEMBENTUK GEL DAUN CINCAU HIJAU (*Premna oblongifolia* Merr.). *Jurnal Teknologi Dan Industri Hasil Pertanian*, 13(75). http://www.desarrollosocialyfamilia.gob.cl/storage/docs/Informe_de_Desarrollo_Social_2020.pdf%0Ahttp://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/view/44540/44554
- Nurhalim, Jayanthi, S., & Elfrida. (2019). THE INFLUENCE OF KCL FERTILIZER USING GETAH PRODUCTIVITY (*Hevea brasiliensis*) IN LENGKONG YEAR 2017. *Jurnal Jeumpa*, 6(2), 265–276.
- Ojeda, G., Mattana, S., Àvila, A., Alcañiz, J. M., Volkmann, M., & Bachmann, J. (2015). Are soil-water functions affected by biochar application? *Geoderma*, 249–250, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.02.014>
- PAC. (2007). *hydrogel*. 1807. <https://doi.org/10.1351/goldbook.HT07519>

- Pamela, V. Y., Syarief, R., Iriani, E. S., & Suyatma, N. E. (2016). KARAKTERISTIK MEKANIK, TERMAL DAN MORFOLOGI FILM POLIVINIL ALKOHOL DENGAN PENAMBAHAN NANOPARTIKEL ZnO DAN ASAM STEARAT UNTUK KEMASAN MULTILAYER. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 13(2), 63–73. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v13n2.2016.63-73>
- Park, C., Kim, B., Balaji, N., Lee, Y. J., Ju, M., Lee, H., & Yi, J. (2016). Boron oxygen pair effect in p+ emitter and nanosized boron rich layer by fold coordination analysis for crystalline silicon solar cell applications. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 16(5), 4846–4850. <https://doi.org/10.1166/jnn.2016.12177>
- Prakarsa, N. M., Sediawan, W. B., & Fahrurrozi, M. (2017). Pelapisan Pada Pupuk Urea Menggunakan Campuran Minyak Jelantah Dan Parafin Dengan Metode Slow Release Fertilizer. *Jurnal Teknik Kimia*, 14(1), 222–226.
- Purnavita, S., & Dewi, V. C. (2021). Kajian Ketahanan Bioplastik Pati Jagung Dengan Variasi Berat Dan Suhu Pelarutan Polivinil Alkohol. *CHEMTAG Journal of Chemical Engineering*, 2(1), 14. <https://doi.org/10.56444/cjce.v2i1.1918>
- Putri, A. D. (2013). Sintesis, Karakterisasi, dan Uji Kinerja Biohidrogel Berbahan Dasar DYT-PVA dengan Crosslinker Glutaraldialhid. (Skripsi). Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung.
- Rehman, A., Ahmad, R., & Safdar, M. (2011). Effect of hydrogel on the performance of aerobic rice sown under different techniques. *Plant, Soil and Environment*, 57(7), 321–325. <https://doi.org/10.17221/81/2011-pse>
- Robertson, G. L. (2012). Food Packaging: Principles and Practice. In *Encyclopedia of Agriculture and Food Systems* (Third). CRC Press Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00063-2>
- Rohmaniyah, U., & Sodik, M. A. (2018). Cara Mudah Deteksi Boraks Menggunakan Kertas Saring Ubi Jalar Ungu (Kesaring Biju). <https://osf.io/preprints/inarxiv/3ejt4/%0Ahttps://osf.io/preprints/inarxiv/3ejt4/download>
- Rosmarkam, A. (2002). Ilmu Kesuburan Tanah. Kanisius, Yogyakarta.

- Sannino, A., Demitri, C., & Madaghiele, M. (2009). Biodegradable cellulose-based hydrogels: Design and applications. *Materials*, 2(2), 353–373. <https://doi.org/10.3390/ma2020353>
- Schrieber, R., & Gareis, H. (2007). *Gelatine Handbook: Theory and Industrial Practice*. Wiley-VCH.
- Semangun, H. (2000). Penyakit-penyakit Karet Perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Sempeho, S. I., Kim, H. T., Mubofu, E., & Hilonga, A. (2014). Meticulous Overview on the Controlled Release Fertilizers. *Advances in Chemistry*, 2014, 1–16. <https://doi.org/10.1155/2014/363071>
- Shang, J., Flury, M., Harsh, J. B., & Zollars, R. L. (2008). Comparison of different methods to measure contact angles of soil colloids. *Journal of Colloid and Interface Science*, 328(2), 299–307. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2008.09.039>
- Sigma-Aldrich. (2022). *Polivinil alkohol 5-88 EMPROVE® ESSENTIAL*. 1272, 1–9.
- Simbolon, A. R. (2016). PENCEMARAN BAHAN ORGANIK DAN EUTROFIKASI DI PERAIRAN CITUIS, PESISIR TANGERANG. *Jurnal Pro-Life*, 3, 109–118. <https://core.ac.uk/download/pdf/236429676.pdf>
- Susanti, R., Rugayah, R., Widagdo, S., & Pangaribuan, D. H. (2021). PENGARUH DOSIS PUPUK UREA TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KAILAN (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 137. <https://doi.org/10.23960/jat.v9i1.4776>
- Suwardi, Salim, A., & Priyambodo, E. (2010). STUDI PERILAKU PENGEMBANGAN HIDROGEL BERBASIS PROTEIN DALAM LARUTAN PUPUK GROWMORE DAN APLIKASINYA SEBAGAI MEDIA TANAM CABE. *Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Syahara, M. A. (2016). Pengukuran Sudut Kontak Untuk Mengetahui Polaritas Cairan Sebagai Bahan Modul Praktikum Tegangan Permukaan. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 8–9.

- Thermo Nicolet. (2001). Introduction to FTIR Spectrometry. Thermo Nicolet Inc: Madison, USA.
- Trenkel. (2010). Slow and Controlled-Release and stabilized Fertilizers. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Wang, C., Shen, Z., Hu, P., Wang, T., Zhang, X., Liang, L., Bai, J., Qiu, L., Lai, X., Yang, X., & Zhang, K. (2021). Facile fabrication and characterization of high-performance Borax-PVA hydrogel. *Journal of Sol-Gel Science and Technology*, *101*(1), 103–113. <https://doi.org/10.1007/s10971-021-05584-0>
- Wang, Y.-T., & Gregg, L. L. (1990). Hydrophilic Polymers—Their Response to Soil Amendments and Effect on Properties of a Soilless Potting Mix. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *115*(6), 943–948. <https://doi.org/10.21273/jashs.115.6.943>
- Wigena, I. G. P., Purnomo, J., Tuherkih, E., & Saleh, A. (2006). Pengaruh Pupuk “ Slow Release ” Majemuk Padat terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kelapa Sawit Muda pada Xanthic Hapludox di Merangin , Jambi. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, *24*, 10–20. https://www.mendeley.com/catalogue/6a9df24a-bff3-3513-8867-1a8941e1b8ce/?utm_source=desktop&utm_medium=1.19.8&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B20d04dad-8137-482e-aaa7-a95b8021a586%7D
- Zamani, A., Henriksson, D., & Taherzadeh, M. J. (2010). A new foaming technique for production of superabsorbents from carboxymethyl chitosan. *Carbohydrate Polymers*, *80*(4), 1091–1101. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.01.029>
- Zohuriaan-Mehr, M. J., & Kabiri, K. (2008). Superabsorbent polymer materials: A review. *Iranian Polymer Journal (English Edition)*, *17*(6), 451–477.