

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL *CONTROLLED RELEASE FERTILIZER***

**TESIS**

Diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Magister Sains  
pada Program Studi Magister Kimia



Oleh:

**Siti Fatimah**

**2012988**

**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA  
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA  
2023**

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL *CONTROLLED RELEASE FERTILIZER***

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM ALGINAT/BORAKS/  
KALIUM KLOORIDA UNTUK KANDIDAT MATERIAL *CONTROLLED*  
*RELEASE FERTILIZER***

Oleh:  
Siti Fatimah  
2012988

Sebuah Tesis yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar  
Magister Sains (M.Si.) pada Program Studi Magister Kimia,  
Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Siti Fatimah 2023  
Universitas Pendidikan Indonesia  
Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang.  
Tesis ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,  
dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

**Siti Fatimah, 2023**  
**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLOORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL *CONTROLLED RELEASE FERTILIZER***  
Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

# LEMBAR PENGESAHAN

SITI FATIMAH

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Disetujui dan disahkan oleh:

**Pembimbing I**



Dr. Hendrawan, M.Si.

NIP. 196309111989011001

**Penguji I**



Dr. rer. nat. H. Ahmad Mudzakir, M.Si.

NIP. 19661121991031002

**Pembimbing II**



Prof. Fitri Khoerunnisa, M.Si., Ph.D.

NIP. 197806282001122001

**Penguji II**



Dr. Iqbal Musthapa, M.Si.

NIP. 1975122320011121001

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Magister Kimia FPMIPA UPI**



Prof. Fitri Khoerunnisa, M.Si., Ph.D.

NIP. 197806282001122001

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## **PERNYATAAN**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan tindakan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Dengan mengemukakan pernyataan ini, saya siap menerima konsekuensi atau sanksi yang berlaku, apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2023

Yang membuat persetujuan

Siti Fatimah

NIM. 2012988

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## KATA PENGANTAR

Segala puji dan rasa syukur penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT atas telah dilimpahkannya rahmat, taufik, karunia, hidayah, dan kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Shalawat serta salam tak lupa tercurahkan kepada nabi besar Muhammad SAW beserta keluarganya, sahabat-sahabatnya, dan juga umatnya hingga akhir zaman.

Tidak lupa dengan mengucapkan syukur alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul **“SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER”**. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Sains di Program Studi Magister Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.

Tesis ini merupakan hasil penelitian yang di dalamnya dikemukakan masalah penelitian, teori yang mendukung, hipotesis, metode penelitian dan teknik analisis serta data yang diperoleh. Hal-hal tersebut penulis kemukakan dengan merujuk pendapat dari para ahli.

Penulis berharap tesis ini dapat meningkatkan wawasan dan kontribusi bagi penulis sendiri, para pembaca, serta peneliti selanjutnya yang bergerak dalam bidang kimia. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan pada tesis ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak guna terus meningkatkan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada tesis ini.

Bandung, Agustus 2023

Penulis,

Siti Fatimah

NIM. 2012988

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini akan sulit terlaksana tanpa adanya bantuan serta dukungan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih yang sangat besar kepada berbagai pihak yang memberikan dukungan baik secara moril maupun materil terkait mulai pelaksanaan penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua penulis yang tercinta, Adik penulis dan Arief Hadid M, serta sanak keluarga besar yang telah memberikan doa, nasihat, perhatian, dan dukungan kepada penulis selama menempuh pendidikan.
2. Bapak Dr. Hendrawan, M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah memberikan kesempatan, bimbingan, motivasi, ilmu, nasehat, dukungan, kritik dan saran yang membangun selama penelitian hingga penyusunan tesis pada penulis.
3. Ibu Prof. Fitri Khoerunnisa, M.Si., Ph.D., selaku dosen pembimbing II yang turut membimbing, memberikan nasihat, ilmu, motivasi, serta kritik dan saran yang membangun selama penelitian hingga penyusunan tesis pada penulis.
4. Bapak Hafiz Aji Aziz, M.Sc., dan Ibu Mita Nurhayati, M.Si. selaku dosen yang turut memberikan dukungan, bimbingan, ilmu, serta masukan yang sangat membangun dalam pengolahan data penelitian.
5. Ibu dan Bapak dosen, laboran, serta staf Program Studi Magister Kimia FPMIPA UPI yang telah memberikan banyak ilmu, kesempatan, dan bantuan selama penulis menuntut ilmu di Program Studi Magister Kimia FPMIPA UPI.
6. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah menyediakan fasilitas instrumentasi dalam proses karakterisasi sampel penelitian.
7. Restiani Alia Pratiwi S.Si., M.Si., Yustika Desti Yolanda S.Si., M.Si., Ramdhan Gunawan S.Si., M.Si., dan Risti Ragadhita S.Si., M.Si., yang telah

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

bersedia untuk membantu disaat ada kesulitan selama penulis menempuh pendidikan, serta teman-teman dari Program Studi Magister Kimia lainnya yang memberikan dukungan dan bantuan terkait dengan penelitian penulis.

8. Tim Riset Kimia Material-Lingkungan 2023 yang telah membuat atmosfer penelitian menjadi proaktif, kolaboratif, dan menyenangkan.
9. Serta kepada semua pihak yang telah banyak memberi dukungan dan bantuan terkait dengan penelitian yang penulis lakukan.

Semoga segala amal kebaikan yang telah banyak diberikan mendapatkan balasan berkah berlipat ganda dari Allah SWT, Aamiin.

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLOORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL *CONTROLLED RELEASE FERTILIZER***

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi optimum sintesis, karakterisasi dan uji kinerja hidrogel untuk kandidat material *control release fertilizer* (CRF). Hidrogel disintesis dari poli(vinil alkohol) (PVA) dan natrium alginat (SA) sebagai prekursor, boraks sebagai *crosslinker*, serta kalium klorida (KCl) sebagai nutrisi. Tahapan penelitian meliputi sintesis hidrogel melalui metode *solution mixing*, optimasi komposisi rasio PVA/SA dan PVA/SA/Boraks, karakterisasi menggunakan instrumentasi spektrofotometer *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR), *Scanning Electron Microscope* (SEM), *X-Ray Diffraction* (XRD) dan sudut kontak, serta uji kinerja meliputi *swelling ratio*, *water retention* dan *release behavior*. Hasil penelitian menunjukkan hidrogel PVA/SA/Boraks/KCl berhasil disintesis melalui metode *solution mixing*, dengan komposisi *swelling* optimum 1:1:0.05:1 mL. Hasil karakterisasi hidrogel PVA/SA/Boraks/KCl terjadi pergeseran puncak serapan dan terbentuknya puncak baru pada spektra FTIR untuk vibrasi CH, C=O, -CH *stretching*, dan B-O, -CO, Cl *bending* mengindikasikan adanya interaksi kimia antar prekursor. Terdapat permukaan halus merata dari dominan PVA berdasarkan foto SEM. Pergeseran puncak difraksi sekitar 11.56, 19.57, 42.04° dan puncak baru 12.78, 17.14, 19.06, 20.37° pada spektra XRD menghasilkan perubahan nilai jarak *interlayer*, ukuran kristalit, dan %kristalinitas menunjukkan adanya peningkatan interaksi ikatan hidrogen antar prekursor. Penurunan nilai sudut kontak dari 36° (PVA/SA/Boraks) menjadi 33° (PVA/SA/Boraks/KCl) menunjukkan sifat super hidrofilik. Penambahan *crosslinker* dan nutrisi memiliki kinerja yang meliputi meningkatkan %*swelling ratio* dari 634% menjadi 760%, menurunkan *water retention* dari 11.5 hari menjadi 5 hari, serta perilaku *release behaviour* hidrogel PVA/SA/Boraks/KCl dengan media air pH 7 dan pH 8.14 memiliki kesamaan perilaku *slow release* pada pengamatan 30 detik selama 2460 detik (41 menit).

**Kata kunci:** hidrogel, PVA/SA/Boraks/KCl, CRF, sintesis, karakterisasi

Siti Fatimah, 2023

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



## ABSTRACT

This study aims to determine the optimum synthesis composition, characterization and hydrogel performance test for control release fertilizer (CRF) candidate materials. The hydrogel was synthesized from poly (vinyl alcohol) (PVA) and sodium alginate (SA) as precursors, borax as a crosslinker, and KCl as a nutrient. The stages of the research included the synthesis of hydrogels through the solution mixing method, optimizing the composition ratio of PVA/SA and PVA/SA/Borax, characterization using the instrumentation of the Fourier Transform Infra-Red (FTIR) spectrophotometer, Scanning Electron Microscope (SEM), X-Ray Diffraction (XRD) and contact angle, as well as performance tests including swelling ratio, water retention and release behavior. The results showed that the PVA/SA/Borax/KCl hydrogel was successfully synthesized using the solution mixing method, with an optimum swelling composition of 1:1:0.05:1 mL. The results of the characterization of the PVA/SA/Borax/KCl hydrogel showed a shift in absorption peaks and the formation of new peaks in the FTIR spectra for CH, C=O, -CH stretching, and B-O, -CO, Cl bending vibrations indicating the presence of chemical interactions between precursors. There is an even smooth surface of the dominant PVA based on SEM photos. Diffraction peak shift around 11.56, 19.57, 42.04° and new peaks 12.78, 17.14, 19.06, 20.37° in the XRD spectra resulted in changes in the values of interlayer distance, crystallite size, and %crystallinity indicating an increase in the interaction of hydrogen bonds between precursors. Decreasing the value of the contact angle from 36° (PVA/SA/Borax) to 33° (PVA/SA/Borax/KCl) shows super hydrophilic properties. The addition of crosslinkers and nutrients has performance which includes increasing the %swelling ratio from 634% to 760%, reducing water retention from 11.5 days to 5 days, as well as the release behavior of the PVA/SA hydrogel /Borax/KCl with water media pH 7 and pH 8.14 has the same slow release behavior at 30 seconds of observation for 2460 seconds (41 minutes).

**Keywords:** hydrogel, PVA/SA/Borax/KCl, CRF, synthesis, characterization.

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLOORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN .....	i
PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
UCAPAN TERIMA KASIH .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian.....	5
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Struktur Organisasi Tesis.....	6
<b>BAB II .....</b>	<b>7</b>
<b>KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Poli(Vinil Alkohol) (PVA) .....	7
2.2 Natrium Alginat .....	8
2.3 Boraks .....	9
2.4 Pupuk KCl .....	11
2.5 Hidrogel .....	12
2.6 Metode Sintesis Hidrogel menggunakan Agen Pengikat Silang ( <i>Crosslinker</i> ).....	13
2.7 Hidrogel sebagai <i>Material Controlled Release Fertilizer</i> (CRF) .....	15
2.8 Karakterisasi Hidrogel Komposit .....	15

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2.8.1 <i>Fourier Transforms Infrared Spectroscopy (FTIR)</i> .....	15
2.8.2 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	16
2.8.3 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	16
2.8.4 Sudut Kontak ( <i>Contact Angle</i> ) .....	18
2.9 Uji Kinerja Hidrogel Komposit .....	19
2.9.1 <i>Swelling Ratio</i> .....	19
2.9.2 <i>Water Retention</i> .....	20
2.9.3 <i>Release Behavior</i> .....	20
<b>BAB III</b> .....	<b>22</b>
<b>METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	22
3.2 Alat dan Bahan .....	22
3.3 Tahap Penelitian .....	23
3.4 Sintesis Hidrogel Komposit .....	24
3.4.1 Preparasi Larutan Prekursor .....	24
3.4.2 Optimasi Sintesis Hidrogel Komposit.....	25
3.5 Karakterisasi Hidrogel Komposit .....	27
3.5.1 <i>Spektrofotometer Fourier Transmission Infra-Red (FTIR)</i> .....	27
3.5.2 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i> .....	27
3.5.3 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	28
3.5.4 Sudut Kontak ( <i>Contact Angle</i> ).....	28
3.6 Uji Kinerja Hidrogel Komposit .....	29
3.6.1 <i>Swelling Ratio</i> .....	29
3.6.2 <i>Water Retention</i> .....	29
3.6.3 <i>Release Behavior</i> .....	30
<b>BAB IV</b> .....	<b>31</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>31</b>
4.1 Komposisi Optimum pada Sintesis Hidrogel Komposit Poli(Vinil Alkohol) (PVA)/Natrium Alginat (SA)/Boraks .....	31
4.1.1 Optimasi Komposisi <i>Swelling</i> Hidrogel PVA/SA.....	31

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLOORIDA UNTUK KANDIDAT MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

4.1.2 Optimasi Komposisi <i>Swelling</i> Hidrogel PVA/SA/Boraks.....	33
4.2 Karakterisasi Hidrogel Komposit PVA/SA/Boraks/KCl.....	35
4.2.1 Spektrofotometer <i>Fourier Transmission Infra-Red</i> (FTIR) .....	35
4.2.2 Foto <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM).....	38
4.2.3 Difraktogram <i>X-Ray</i> (XRD) .....	41
4.2.4 Sudut Kontak ( <i>Contact Angle</i> ) .....	43
4.3 Uji Kinerja Hidrogel Komposit PVA/SA/Boraks/KCl.....	44
4.3.1 <i>Swelling Ratio</i> .....	44
4.3.2 <i>Water Retention</i> .....	46
4.3.3 <i>Release Behavior</i> .....	47
<b>BAB V.....</b>	<b>50</b>
<b>SIMPULAN DAN REKOMENDASI.....</b>	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Rekomendasi.....	51
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>52</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>65</b>
Lampiran 1. Perhitungan .....	65
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian .....	68
Lampiran 3. Pengukuran Sudut Kontak Hidrogel Komposit.....	70
Lampiran 4. Karakterisasi SEM .....	71
Lampiran 5. Karakterisasi FTIR.....	77
Lampiran 6. Karakterisasi XRD .....	83
Lampiran 7. Uji Kinerja Hidrogel Komposit.....	87

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLOORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi hidrolisis PVAc menghasilkan PVA .....	7
Gambar 2.2 Struktur kimia natrium alginat .....	8
Gambar 2.3 Mekanisme reaksi SA berinteraksi fisik dengan PVA membentuk ikatan hidrogen .....	9
Gambar 2.4 Struktur kimia boraks yang reversibel menjadi ion borat (gugus reaktif boraks) dan asam borat .....	9
Gambar 2.5 Mekanisme reaksi <i>crosslinking</i> dari boraks dengan PVA .....	10
Gambar 2.6 Mekanisme reaksi <i>crosslinking</i> dari boraks dengan PVA dan SA ...	10
Gambar 2.7 Pengukuran sudut kontak pada hidrogel . .....	18
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	24
Gambar 4.1 Komposisi <i>swelling</i> optimum PVA/SA pada rasio volume .....	32
Gambar 4.2 Komposisi <i>swelling</i> optimum PVA/SA/boraks pada rasio volume ..	33
Gambar 4.3 Spektre FTIR (a) PVA, (b) SA, hidrogel komposit (c) PVA/SA, (d) PVA/SA/Boraks dan (e) PVA/SA/Boraks/KCl .....	35
Gambar 4.4 Mekanisme interaksi ikatan fisik antara PVA dan SA .....	36
Gambar 4.5 Mekanisme reaksi <i>crosslinking</i> kimia dari ikatan kovalen antara PVA, boraks dan SA .....	37
Gambar 4.6 Foto SEM hidrogel PVA (a, b) bagian <i>surface</i> dan (c,d,e) <i>cross-section</i> .....	38
Gambar 4.7 Foto SEM hidrogel PVA/SA (a, b) bagian <i>surface</i> dan (c, d) <i>cross-section</i> .....	39
Gambar 4.8 Foto SEM hidrogel PVA/SA/Boraks bagian <i>surface</i> .....	39
Gambar 4.9 Foto SEM hidrogel PVA/SA/Boraks bagian <i>cross-section</i> .....	40
Gambar 4.10 Foto SEM hidrogel PVA/SA/Boraks/KCl (a,b,c) bagian <i>surface</i> dan (d,e,f) <i>cross-section</i> .....	41
Gambar 4.11 Difraktogram sinar-X hidrogel PVA/SA (hitam); PVA/SA/Boraks (merah); dan PVA/SA/Boraks/KCl (biru).....	42

Siti Fatimah, 2023

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLOORIDA UNTUK KANDIDAT MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 4.12 Nilai sudut kontak hidrogel PVA/SA; PVA/SA/Boraks; dan PVA/SA/Boraks/KCl .....	44
Gambar 4.13 <i>Swelling ratio</i> hidrogel komposit pada komposisi optimum.....	46
Gambar 4.14 <i>Water retention</i> hidrogel (a) PVA/SA (merah); (b) PVA/SA/Boraks (hijau); dan (c) PVA/SA/Boraks/KCl (biru) .....	46
Gambar 4.15 <i>Release behavior</i> hidrogel PVA/SA/Boraks/KCl pada pH 7 (merah) dan pH 8.14 (hijau) .....	48

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL *CONTROLLED RELEASE FERTILIZER***

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat fisika-kimia PVA .....	7
Tabel 2.2 Klasifikasi Hidrogel .....	12
Tabel 3.1 Rasio komposisi hidrogel PVA/SA .....	26
Tabel 3.2 Komposisi optimum hidrogel PVA/SA dengan variasi volume boraks	26
Tabel 4.1 Nilai jarak <i>interlayer</i> , ukuran kristalit dan % kristalinitas.....	43

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLOORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan.....	65
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	68
Lampiran 3. Pengukuran Sudut Kontak Hidrogel Komposit.....	70
Lampiran 4. Karakterisasi SEM.....	71
Lampiran 5. Karakterisasi FTIR.....	77
Lampiran 6. Karakterisasi XRD.....	83
Lampiran 7. Uji Kinerja Hidrogel Komposit.....	87

**Siti Fatimah, 2023**

**SINTESIS, KARAKTERISASI, DAN UJI KINERJA HIDROGEL  
KOMPOSIT POLI(VINIL ALKOHOL)/NATRIUM  
ALGINAT/BORAKS/KALIUM KLORIDA UNTUK KANDIDAT  
MATERIAL CONTROLLED RELEASE FERTILIZER**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu