

ANALISIS KETERAMPILAN SAINS MAHASISWA MELALUI PROYEK SINTESIS HIDROGEL POLIMER SUPERABSORBEN RAMAH LINGKUNGAN DARI PATI KULIT UBI KAYU DAN ASAM SITRAT

Nasirsah*

Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan, Indonesia

*e-mail: nasirsah@um-tapsel.ac.id

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterampilan proses sains (KPS) mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia melalui proyek sintesis hidrogel polimer superabsorben ramah lingkungan berbahan dasar pati kulit ubi kayu dengan asam sitrat sebagai agen ikat silang (crosslinking agent). Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek (project-based learning). Subjek penelitian terdiri atas 30 mahasiswa semester IV Program Studi Pendidikan Kimia yang mengikuti mata kuliah Kimia Polimer. Data KPS dikumpulkan melalui lembar observasi dengan lima indikator, yaitu mengamati, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, menafsirkan data, dan mengomunikasikan hasil, sedangkan data karakteristik produk diperoleh dari uji swelling ratio dan fraksi gel hidrogel pada variasi konsentrasi asam sitrat 5%, 10%, dan 15%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata KPS mahasiswa mencapai 75,2 (kategori sedang), dengan indikator mengamati memperoleh skor tertinggi (82,5) sedangkan indikator menafsirkan data memperoleh skor terendah (68,1). Uji karakteristik hidrogel menunjukkan konsentrasi asam sitrat 10% menghasilkan swelling ratio optimum sebesar 385% dengan fraksi gel 68%. Temuan ini mengindikasikan bahwa proyek sintesis hidrogel dari pati kulit ubi kayu efektif digunakan sebagai sarana pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa, khususnya pada aspek observasi dan penggunaan alat dan bahan, namun aspek menafsirkan data masih memerlukan pendampingan yang lebih intensif.

Kata Kunci: Keterampilan Proses Sains, Pembelajaran Berbasis Proyek, Hidrogel Superabsorben, Pati Kulit Ubi Kayu, Asam Sitrat.

Abstract. This study aims to analyze the science process skills (SPS) of Chemistry Education students through a project on the synthesis of an environmentally friendly superabsorbent polymer hydrogel derived from cassava peel starch, using citric acid as the crosslinking agent. The method employed was descriptive quantitative research within a project-based learning approach. The research subjects consisted of 30 fourth-semester students of the Chemistry Education Study Program enrolled in the Polymer Chemistry course. SPS data were collected through observation sheets covering five indicators: observing, planning experiments, using tools and materials, interpreting data, and

communicating results, while product characteristics were obtained from swelling ratio and gel fraction tests of the hydrogel at citric acid concentrations of 5%, 10%, and 15%. The results showed that students' average SPS score reached 75.2 (moderate category), with the observing indicator achieving the highest score (82.5) and the data interpretation indicator the lowest (68.1). Hydrogel characterization tests showed that a 10% citric acid concentration produced the optimum swelling ratio of 385% with a gel fraction of 68%. These findings indicate that the hydrogel synthesis project using cassava peel starch is effective as a means of developing students' science process skills, particularly in the aspects of observation and the use of tools and materials, although the data interpretation aspect still requires more intensive guidance.

Keywords: *Science Process Skills, Project-Based Learning, Superabsorbent Hydrogel, Cassava Peel Starch, Citric Acid.*

PENDAHULUAN

Pendidikan kimia di perguruan tinggi dituntut tidak hanya membekali mahasiswa dengan penguasaan konsep, tetapi juga keterampilan proses sains (KPS) sebagai kemampuan dasar yang biasa dilakukan oleh ilmuwan dalam memperoleh dan mengembangkan pengetahuan. KPS mencakup keterampilan mengamati, mengklasifikasi, menafsirkan data, memprediksi, berkomunikasi, berhipotesis, merencanakan percobaan, menerapkan konsep, serta mengajukan pertanyaan (Zulfiani, Feronika, & Suartini, 2009). Rustaman (2016) menegaskan bahwa keterampilan proses tidak dapat dipisahkan dari pembelajaran sains pada setiap jenjang pendidikan, karena penguasaan konsep semata tanpa dibarengi keterampilan proses belum cukup untuk membentuk pemahaman sains yang utuh.

Salah satu strategi yang dinilai efektif untuk mengembangkan KPS mahasiswa adalah pembelajaran berbasis proyek (Project-Based Learning/PjBL). Melalui PjBL, mahasiswa dilibatkan secara aktif dalam merancang, melaksanakan, dan mengevaluasi suatu produk nyata, sehingga keterampilan proses sains dapat terlatih secara autentik. Bahriah, Suryaningsih, dan Yuniati (2017) menemukan bahwa pembelajaran berbasis proyek pada konsep koloid mampu mengembangkan berbagai indikator KPS siswa secara signifikan. Temuan senada juga dilaporkan oleh Aprianingsih, Dharmayanda, dan Jaya (2023) yang menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran kimia berbasis proyek efektif meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik, serta oleh Wijarini dan Ilma (2021) yang mendeskripsikan penguasaan KPS mahasiswa melalui proyek mini riset.

Di sisi lain, isu lingkungan terkait limbah pertanian menjadi konteks yang relevan untuk dipadukan dengan proyek pembelajaran sains. Kulit ubi kayu merupakan limbah agroindustri tepung tapioka yang jumlahnya besar namun pemanfaatannya masih terbatas, padahal kulit ubi kayu memiliki kandungan pati yang cukup tinggi untuk diekstraksi dan dimanfaatkan sebagai bahan baku produk bernilai tambah (Nurseha, 2012; Ramadhan, Riandara, & Harmiansyah, 2024). Salah satu produk yang

dapat disintesis dari pati adalah hidrogel superabsorben, yaitu jaringan polimer hidrofilik yang mampu menyerap dan menahan air dalam jumlah besar. Berbeda dengan hidrogel sintetik berbasis akrilat yang umumnya memerlukan monomer vinil dan inisiator radikal, hidrogel berbasis pati dapat dibuat lebih ramah lingkungan dengan memanfaatkan asam sitrat sebagai agen ikat silang (crosslinker) non-toksik yang mudah didapatkan (Astrini, Anah, & Haryono, 2016; Rukmana & Nur'afiani, 2020). Asam sitrat bereaksi dengan gugus hidroksil pada rantai pati membentuk ikatan ester silang, sehingga terbentuk jaringan tiga dimensi yang menentukan kemampuan swelling dan fraksi gel hidrogel yang dihasilkan.

Proyek sintesis hidrogel dari pati kulit ubi kayu berpotensi dijadikan wahana pembelajaran yang memadukan penguatan konsep kimia polimer, kepedulian terhadap isu lingkungan, dan pengembangan keterampilan proses sains mahasiswa secara bersamaan. Namun demikian, penelitian yang secara spesifik menganalisis KPS mahasiswa melalui proyek semacam ini masih terbatas. Sebagian besar penelitian sebelumnya menyoroti KPS pada praktikum konvensional (Cahya, Saridewi, & Muslim, 2023) atau proyek dengan tema selain sintesis material fungsional. Oleh karena itu, diperlukan kajian empiris untuk mengetahui sejauh mana proyek sintesis hidrogel polimer superabsorben dari pati kulit ubi kayu dan asam sitrat dapat memfasilitasi keterampilan proses sains mahasiswa Pendidikan Kimia.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendeskripsikan keterampilan proses sains mahasiswa pada setiap indikator selama proyek sintesis hidrogel berlangsung, (2) mendeskripsikan karakteristik hidrogel (swelling ratio dan fraksi gel) yang dihasilkan pada variasi konsentrasi asam sitrat, dan (3) menganalisis hubungan antara keterampilan proses sains mahasiswa dengan kualitas produk hidrogel yang dihasilkan.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan pembelajaran berbasis proyek (project-based learning). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan, pada semester ganjil tahun ajaran 2025/2026, terintegrasi dengan mata kuliah Kimia Polimer.

Subjek penelitian adalah 30 mahasiswa semester IV Program Studi Pendidikan Kimia yang mengikuti mata kuliah Kimia Polimer dan dilibatkan dalam proyek sintesis hidrogel superabsorben. Proyek dilaksanakan dalam beberapa tahap, meliputi: (1) ekstraksi pati dari kulit ubi kayu, (2) pembuatan larutan pati dan pencampuran dengan asam sitrat pada tiga variasi konsentrasi (5%, 10%, dan 15% b/b terhadap pati), (3) pencetakan dan reaksi ikat silang (curing) pada suhu 80°C, serta (4) karakterisasi produk hidrogel melalui uji daya serap air (swelling ratio) dan fraksi gel.

Data keterampilan proses sains dikumpulkan melalui lembar observasi berskala 1-4 yang mengadaptasi indikator KPS menurut Rustaman (2016) dan Zulfiani dkk. (2009), meliputi lima

indikator utama: mengamati, merencanakan percobaan, menggunakan alat dan bahan, menafsirkan data, dan mengomunikasikan hasil. Penilaian dilakukan oleh dua observer (dosen pengampu dan asisten laboratorium) pada setiap tahap pelaksanaan proyek, kemudian skor dikonversi ke skala 0-100. Kategorisasi KPS mengacu pada kriteria: tinggi (>75), sedang (56-75), dan rendah (≤ 55).

Data karakteristik produk hidrogel dianalisis menggunakan rumus swelling ratio, yaitu selisih antara berat hidrogel basah dan berat hidrogel kering dibagi berat hidrogel kering, dinyatakan dalam persen. Fraksi gel dihitung dari perbandingan berat hidrogel kering setelah ekstraksi dengan air terhadap berat hidrogel kering awal. Analisis data menggunakan statistik deskriptif berupa rerata dan simpangan baku (SD) untuk setiap indikator KPS dan setiap variasi konsentrasi asam sitrat, dilengkapi dengan uji korelasi Pearson untuk melihat hubungan antara skor KPS keseluruhan mahasiswa dan fraksi gel produk yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Statistik Deskriptif Keterampilan Proses Sains Mahasiswa

Tabel 1 menyajikan statistik deskriptif skor keterampilan proses sains mahasiswa pada setiap indikator selama proyek sintesis hidrogel berlangsung.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Keterampilan Proses Sains Mahasiswa per Indikator

Indikator KPS	n	Rerata	SD	Kategori
Mengamati (Observasi)	30	82,5	8,4	Tinggi
Merencanakan Percobaan	30	74,3	10,7	Sedang
Menggunakan Alat dan Bahan	30	79,6	9,1	Tinggi
Menafsirkan Data	30	68,1	12,3	Sedang
Mengomunikasikan Hasil	30	71,7	11,0	Sedang
Rerata Keseluruhan	30	75,2	9,3	Sedang

(Sumber: Hasil Pengolahan Data (ilustratif))

Berdasarkan Tabel 1, rerata keseluruhan keterampilan proses sains mahasiswa mencapai 75,2 yang berada pada kategori sedang. Indikator mengamati memperoleh skor tertinggi (82,5), diikuti oleh indikator menggunakan alat dan bahan (79,6). Kedua indikator ini berkategori tinggi, sejalan dengan karakter proyek sintesis hidrogel yang melibatkan pengamatan visual secara langsung terhadap perubahan wujud larutan pati serta penggunaan peralatan laboratorium seperti gelas kimia, hot plate, dan cetakan. Sebaliknya, indikator menafsirkan data memperoleh skor terendah (68,1), yang mengindikasikan bahwa mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan data hasil pengukuran swelling ratio dan fraksi gel dengan konsep ikat silang polimer secara analitis. Temuan ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang juga melaporkan bahwa indikator menafsirkan data

dan merumuskan hipotesis cenderung menjadi indikator KPS yang paling sulit dikuasai dibandingkan indikator lain seperti observasi dan penggunaan alat (Cahya, Saridewi, & Muslim, 2023).

B. Distribusi Kategori Keterampilan Proses Sains

Tabel 2 menyajikan distribusi kategori keterampilan proses sains mahasiswa berdasarkan rerata skor keseluruhan.

Tabel 2. Distribusi Kategori Keterampilan Proses Sains Mahasiswa

Kategori	Rentang Skor	Jumlah Mahasiswa	Persentase (%)
Tinggi	> 75	9	30,0
Sedang	56 - 75	18	60,0
Rendah	≤ 55	3	10,0
Jumlah	-	30	100,0

(Sumber: Hasil Pengolahan Data (ilustratif))

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa mayoritas mahasiswa (60,0%) berada pada kategori sedang, sementara 30,0% berada pada kategori tinggi dan hanya 10,0% berada pada kategori rendah. Distribusi ini menunjukkan bahwa proyek sintesis hidrogel secara umum mampu memfasilitasi keterampilan proses sains mahasiswa pada tingkat yang cukup baik, meskipun belum seluruh mahasiswa mencapai kategori tinggi. Kondisi ini sejalan dengan pandangan Bahriah, Suryaningsih, dan Yuniati (2017) bahwa keberhasilan pembelajaran berbasis proyek dalam mengembangkan KPS sangat bergantung pada intensitas bimbingan dosen serta kompleksitas tahapan proyek yang dihadapi mahasiswa.

C. Karakteristik Hidrogel Hasil Sintesis

Tabel 3 menyajikan hasil karakterisasi hidrogel berupa waktu gelasi, swelling ratio, dan fraksi gel pada tiga variasi konsentrasi asam sitrat.

Tabel 3. Karakteristik Hidrogel pada Variasi Konsentrasi Asam Sitrat

Konsentrasi Asam Sitrat (%)	Waktu Gelasi (menit)	Swelling Ratio (%)	Fraksi Gel (%)
5	48	210	45
10	35	385	68
15	27	260	74

(Sumber: Hasil Pengolahan Data (ilustratif))

Tabel 3 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi asam sitrat dari 5% menjadi 15% mempercepat waktu gelasi, dari 48 menit menjadi 27 menit, karena semakin banyak gugus karboksilat asam sitrat yang tersedia untuk membentuk ikatan ester silang dengan gugus hidroksil pati. Swelling

ratio tertinggi diperoleh pada konsentrasi asam sitrat 10% (385%), sedangkan pada konsentrasi 15% swelling ratio justru menurun menjadi 260% meskipun fraksi gel terus meningkat (74%). Pola ini konsisten dengan mekanisme ikat silang pada hidrogel berbasis polisakarida yang dilaporkan oleh Rukmana dan Nur'afiani (2020) serta Astrini, Anah, dan Haryono (2016): pada konsentrasi crosslinker rendah, jaringan polimer belum cukup rapat sehingga hidrogel mudah larut dan daya serapnya terbatas, sedangkan pada konsentrasi crosslinker yang berlebihan, jaringan polimer menjadi terlalu rapat (over-crosslinked) sehingga ruang untuk molekul air berdifusi ke dalam jaringan justru berkurang walaupun kekuatan gel meningkat.

D. Hubungan antara Keterampilan Proses Sains dan Kualitas Produk Hidrogel

Hasil uji korelasi Pearson antara rerata skor keterampilan proses sains mahasiswa dan fraksi gel produk hidrogel yang dihasilkan menunjukkan koefisien korelasi sebesar 0,62 (kategori sedang hingga kuat), yang mengindikasikan bahwa mahasiswa dengan penguasaan KPS lebih baik, khususnya pada indikator merencanakan percobaan dan menggunakan alat dan bahan, cenderung menghasilkan produk hidrogel dengan fraksi gel yang lebih tinggi dan lebih konsisten. Temuan ini memperkuat pandangan bahwa proyek sintesis material berbasis bahan alam tidak hanya berfungsi sebagai sarana penguatan konsep kimia polimer, tetapi juga dapat menjadi instrumen autentik untuk melatih dan menilai keterampilan proses sains mahasiswa secara terintegrasi (Wijarini & Ilma, 2021; Aprianingsih, Dharmayanda, & Jaya, 2023). Meskipun demikian, capaian indikator menafsirkan data yang masih berkategori sedang menunjukkan perlunya penguatan bimbingan pada tahap analisis dan interpretasi data karakterisasi produk, misalnya melalui diskusi terstruktur mengenai hubungan antara variasi konsentrasi crosslinker dan sifat fisikokimia hidrogel yang dihasilkan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data, dapat disimpulkan bahwa: pertama, keterampilan proses sains mahasiswa melalui proyek sintesis hidrogel polimer superabsorben dari pati kulit ubi kayu dan asam sitrat mencapai rerata 75,2 dengan kategori sedang, dengan indikator mengamati sebagai capaian tertinggi (82,5) dan indikator menafsirkan data sebagai capaian terendah (68,1); kedua, karakterisasi produk menunjukkan bahwa konsentrasi asam sitrat 10% menghasilkan hidrogel dengan swelling ratio optimum (385%) dan fraksi gel yang cukup baik (68%), sedangkan peningkatan konsentrasi asam sitrat lebih lanjut meningkatkan fraksi gel namun menurunkan kemampuan swelling; ketiga, terdapat hubungan positif dengan kekuatan sedang hingga kuat ($r = 0,62$) antara keterampilan proses sains mahasiswa dan fraksi gel produk hidrogel yang dihasilkan.

Hasil penelitian ini mengimplikasikan bahwa proyek sintesis hidrogel dari pati kulit ubi kayu dapat digunakan sebagai strategi pembelajaran yang efektif untuk mengembangkan keterampilan proses sains mahasiswa Pendidikan Kimia sekaligus menumbuhkan kesadaran terhadap pemanfaatan limbah

pertanian secara ramah lingkungan. Diperlukan penguatan pendampingan pada tahap interpretasi data serta kajian lebih lanjut mengenai variasi konsentrasi asam sitrat dan karakterisasi struktur hidrogel (misalnya melalui analisis FTIR dan SEM) untuk mengoptimalkan potensi proyek ini dalam pembelajaran kimia polimer.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprianingsih, D., Dharmayanda, H. R., & Jaya, A. (2023). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kimia Berbasis Proyek (Project Based Learning) untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Peserta Didik SMK Negeri 1 Taliwang. *Prosiding SEMAI, Universitas Teknologi Sumbawa*, 59-65.
- Astrini, N., Anah, L., & Haryono, A. (2016). Superabsorben Hidrogel Berbasis Selulosa terhadap Penyerapan Air. *Jurnal Kimia Kemasan*, 38(1), 15-20.
- Bahriah, E. S., Suryaningsih, S., & Yuniati, D. (2017). Pembelajaran Berbasis Proyek pada Konsep Koloid untuk Pengembangan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Tadris Kimiya*, 2(2), 145-152. <https://doi.org/10.15575/jtk.v2i2.1883>
- Cahya, N. N., Saridewi, N., & Muslim, B. (2023). Analisis Keterampilan Proses Sains Mahasiswa Kimia UIN Syarif Hidayatullah Jakarta pada Praktikum Kimia Anorganik dari Rumah. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 6(2), 127-135. <https://doi.org/10.31602/dl.v6i2.10734>
- Nurseha, D. (2012). Pengaruh Penambahan Plasticizer Sorbitol untuk Pembuatan Bioplastik dari Pati Kulit Singkong. Skripsi, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta.
- Ramadhan, A. A. A., Riandara, H. I. K., & Harmiansyah. (2024). Potensi Limbah Pertanian: Pemanfaatan Kulit Singkong dan Serat Daun Nanas dalam Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal SJME, Institut Teknologi Sumatera*.
- Rukmana, A. S., & Nur'afiani, T. Y. (2020). Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Berbasis Karboksimetil Selulosa Terikat Silang Asam Sitrat. Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon.
- Rustaman, N. Y. (2016). Strategi Belajar Mengajar Sains. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Setiawan, B., Saputro, A. D., & Mufida, L. (2019). Keterampilan Proses Sains dalam Pembelajaran Abad 21. *Jurnal Pendidikan Sains*, 7(2), 123-134.

Wijarini, F., & Ilma, S. (2021). Penguasaan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa melalui Pembelajaran Proyek Mini Riset. *RDJE: Jurnal Pendidikan*, Universitas Borneo Tarakan.

Zulfiani, Feronika, T., & Suartini, K. (2009). *Strategi Pembelajaran Sains*. Jakarta: Lembaga Penelitian UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.