

**PEMISAHAN SILIKON DIOKSIDA (SiO₂) DARI SEKAM PADI
VARIETAS GAMAGORA 7 MELALUI PELINDIAN ASAM HCl UNTUK
APLIKASI VITRIFIKASI LIMBAH NUKLIR TINGKAT TINGGI**

Muhammad Rizki Darmawan

21/474982/TK/52442

Diajukan kepada Departemen Teknik Nuklir dan Teknik Fisika Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada pada tanggal 26 September 2025
untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Program Studi Teknik Nuklir

INTISARI

Aplikasi teknologi nuklir di bidang kesehatan (penggunaan ⁶⁰Co dalam radioterapi) dan pengoperasian reaktor riset di Indonesia menghasilkan limbah radioaktif tingkat tinggi (*High Level Radioactive Waste/HLW*). Imobilisasi HLW secara vitrifikasi memerlukan matriks gelas borosilikat, yang tersusun antara lain dari silika (SiO₂). Sekam padi yang merupakan limbah pertanian memiliki kandungan SiO₂ yang tinggi dan dapat dimanfaatkan untuk proses vitrifikasi. Penelitian ini menganalisis variabel proses pemisahan SiO₂ secara pelindian asam terhadap kandungan SiO₂ yang diperoleh.

Sekam padi diperoleh dari PIAT UGM varitas Gamagora 7. Pelindian asam menggunakan asam klorida (HCl) dengan variasi konsentrasi 1 hingga 3 M pada suhu 80 hingga 100°C dalam waktu 1 hingga 3 jam. Hasil pelindian dilanjutkan dengan pelarutan menggunakan NaOH, titrasi dengan HCl, serta proses *aging* untuk mendapatkan serbuk SiO₂. Kandungan SiO₂ dianalisis dengan menggunakan *X-ray Fluorescence* (XRF). Kondisi pelindian optimum untuk mendapatkan kandungan SiO₂ tertinggi dilakukan berdasarkan *Box Behnken Design* dari *Response Surface Methodology*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi HCl pada suhu 3 M dengan waktu reaksi 1 Jam dan suhu 95°C mampu menghasilkan kandungan silika yang lebih tinggi. Kondisi pelindian HCl yang optimum diperoleh pada konsentrasi HCl sebesar 2,971 M pada suhu 98,359°C selama 1,002 jam. Kandungan SiO₂ tertinggi yang dicapai pada kondisi optimum adalah (90,430 ± 1,015) wt.%.

Kata kunci: HCl, Pelindian, Sekam Padi, SiO₂

Pembimbing Utama : Ir. Nunung Prabaningrum, M.T., Ph.D, IPU.

Pembimbing Pendamping : Ir. Raden Sumarbagiono, M.T.



SEPARATION OF SILICON DIOXIDE (SiO₂) FROM GAMAGORA 7 RICE HUSK VIA HYDROCHLORIC ACID (HCl) LEACHING FOR HIGH-LEVEL RADIOACTIVE WASTE VITRIFICATION

Muhammad Rizki Darmawan

21/474982/TK/52442

Submitted to the Departement of Nuclear Engineering and Engineering Physics
Faculty of Engineering Universitas Gadjah Mada on September 26, 2025
in partial fulfillment of the requirement for the Degree of
Bachelor of Engineering in Nuclear Engineering

ABSTRACT

The application of nuclear technology in healthcare (use of ⁶⁰Co in radiotherapy) and the operation of research reactors in Indonesia generate high-level radioactive waste (HLW). Vitrification of HLW requires a borosilicate glass matrix that includes silica (SiO₂). Rice husk, an agricultural by product rich in SiO₂, can be utilized for this vitrification process. This study examines how acid leaching process variables affect the recovered SiO₂ content.

Rice husk was sourced from PIAT UGM (Gamagora 7 variety). Acid leaching employed hydrochloric acid (HCl) with concentrations ranging from 1 to 3 M at temperatures of 80 to 100°C for 1 to 3 hours. The leached product was subsequently dissolved with NaOH, titrated with HCl, and aged to obtain SiO₂ powder. The SiO₂ content was determined using X-ray Fluorescence (XRF). Optimal leaching conditions for maximizing SiO₂ content were identified using a Box Behnken Design within a Response Surface Methodology framework.

The results indicate that increasing the HCl concentration to 3 M, with a reaction time of 1 h at 95 °C, yields a higher silica content. The optimal HCl leaching conditions were 2.971 M at 98.359 °C for 1.002 h. The highest SiO₂ content achieved under these conditions was (90.430 ± 1.015) wt.%.

Keywords: HCl, Leaching, Rice husk, SiO₂

Supervisor : Ir. Nunung Prabaningrum, M.T., Ph.D, IPU,

Co-supervisor : Ir. Raden Sumarbagiono, M.T

