PELARUTAN SILIKA PADA FRAKSI KUARSA KAOLIN MENGGUNAKAN *Burkholderia cenocepacia*

ANNISA SYLVANIA AZHAR

H1031201026

SKRIPSI

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

PELARUTAN SILIKA PADA FRAKSI KUARSA KAOLIN MENGGUNAKAN *Burkholderia cenocepacia*

ANNISA SYLVANIA AZHAR

H1031201026

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

gelar Sarjana Sains pada Program Studi S1-Kimia

PROGRAM STUDI KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Pelarutan Silika pada Fraksi Kuarsa Kaolin Menggunakan *Burkholderia cenocepacia*
Nama Mahasiswa	: Annisa Sylvania Azhar
NIM	: H1031201026
Jurusan/Program Studi	: Kimia/S1-Kimia
Tanggal Lulus	: 14 Januari 2025
SK Pembimbing	: No. 293/UN22.8/TD.06/2024/30 Januari 2024
SK Penguji	: No. 5541/UN22.8/TD.06/2024/31 Desember 2024

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Nelly Wahyuni, S.Si, M.Si.	Dr. Endah Sayekti, S.Si., M.Si.
NIP. 197506022000032001	NIP. 197206222000122001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Dr. Andi Hairil Alimuddin S.Si, M.Si	Dr. Anis Shofiyani, S.Si., M.Si.
NIP. 197109202000031002	NIP. 197311152000112001

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Nelly Wahyuni, S.Si, M.Si.	Dr. Endah Sayekti, S.Si., M.Si.
NIP. 197506022000032001	NIP. 197206222000122001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP. 197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa	: Annisa Sylvania Azhar
NIM	: H1031201026
Jurusan/Program Studi	: S1-Kimia
Fakultas	: MIPA

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyataan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak, 14 Januari 2025



Annisa Sylvania Azhar

H1031201026

PELARUTAN SILIKA PADA FRAKSI KUARSA KAOLIN MENGGUNAKAN *Burkholderia cenocepacia*

ABSTRAK

Pelarutan silika (SiO_2) dari bentuk tidak terlarut menjadi bentuk terlarut penting untuk meningkatkan ketersediaannya sebagai bahan pembuatan material. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan efektivitas pelarutan silika oleh bakteri *Burkholderia cenocepacia* yang menghasilkan asam organik (sitrat, oksalat, asetat) dan larutan kalium hidroksida (KOH 10 M). Variasi waktu inkubasi menggunakan *Burkholderia cenocepacia* pada 24, 96 dan 192 jam serta 30, 60, dan 90 menit dengan KOH 10 M diterapkan pada sampel fraksi kuarsa kaolin dan pasir silika. Konsentrasi silika terlarut diukur menggunakan ICP-OES. Hasil menunjukkan pelarutan maksimal oleh B. cenocepacia pada kuarsa-kaolin sebesar 0,8493 mg/L (96 jam) dan pasir silika 0,8638 mg/L (24 jam). Pelarutan oleh KOH lebih tinggi, mencapai 430,0997 mg/L (60 menit) pada kuarsa-kaolin dan 196,8593 mg/L (90 menit) pada pasir silika.

Kata kunci: *Silika, Burkholderia cenocepacia, KOH, ICP-OES*

DISSOLUTION OF SILICA IN QUARTZ KAOLIN FRACTIONS

USING *Burkholderia cenocepacia*

ABSTRACT

Dissolution of silica (SiO_2) from its insoluble form to a soluble form is crucial for enhancing its availability as a material precursor. This study aimed to compare the effectiveness of silica dissolution by the bacterium *Burkholderia cenocepacia* producing organic acids (citrate, oxalate, acetate) and a potassium hydroxide solution (10 M). Variations in incubation times using *Burkholderia cenocepacia* at 24, 96, and 192 hours, and 30, 60, and 90 minutes with 10 M KOH were applied to samples of quartz-kaolin fractions and silica sand. The concentration of dissolved silica was measured using ICP-OES. The results showed maximum dissolution by *B. cenocepacia* in quartz-kaolin at 0.8493 mg/L (96 hours) and silica sand at 0.8638 mg/L (24 hours). Dissolution by KOH was higher, reaching 430.0997 mg/L (60 minutes) in quartz-kaolin and 196.8593 mg/L (90 minutes) in silica sand.

Keywords: *Silica, Burkholderia cenocepacia, KOH, ICP-OES*

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil‘alamin**,** puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat, hidayah, dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul *"* **Pelarutan Silika pada Fraksi Kuarsa Kaolin Menggunakan *Burkholderia cenocepacia*"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi S-1 Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan selama proses penyusunan skripsi ini, terutama kepada:

1. Ayah (Iis Ismaya, S.PD.SD.), Mamah (Wilda Halimatus Sa’diah), dan Adik (Raffa Al-Hadi Ainurrizqi) yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dan semangat tiada henti. Terima kasih atas dukungan moral dan material yang luar biasa, yang membuat penulis mampu melalui setiap tantangan dalam menyelesaikan studi ini.
2. Prof. Dr. Gusrizal, M.Si, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
3. Dr. Andi Hairil Alimuddin, M.Si, selaku Ketua Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Tanjungpura, Pontianak.
4. Dr. Nelly Wahyuni, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing pertama yang dengan sabar memberikan bimbingan, serta Dr. Endah Sayekti, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing kedua, yang telah memberikan arahan dan saran yang sangat konstruktif dalam penyusunan skripsi ini.
5. Imelda H. Silalahi, Ph.D., selaku dosen penguji pertama, dan Dr. Andi Hairil Alimuddin, M.Si, selaku dosen penguji kedua, yang telah memberikan masukan dan evaluasi yang sangat berharga untuk perbaikan skripsi ini.
6. Dosen-dosen di Program Studi Kimia, yang telah membagikan ilmu pengetahuan dan pengalaman berharga selama penulis menempuh pendidikan di

Universitas Tanjungpura, serta memberikan inspirasi untuk terus berkembang dalam dunia akademik.

7. Teman-teman “Aurumond 2020”, yang selalu memberikan dukungan moral dan semangat selama masa perkuliahan, penelitian, dan penulisan skripsi ini.
8. Sri Wahyuni, Farisa Aiba Putri, Ardhea Sri Cahyani, Alfiyyah Rahmi Putri, Masnun Yuda, Muhammad Dandi Admaza, dan Andika Putra Apriyatna, yang telah menjadi teman seperjuangan penulis dalam menuntut ilmu sejak bangku SMP, SMA, hingga perkuliahan. Terima kasih atas persahabatan dan dukungan yang tak pernah surut.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah turut memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan pihak-pihak yang membutuhkan. Aamiin.

Pontianak, 14 Januari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI viii
DAFTAR TABEL x
DAFTAR GAMBAR xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Kaolin 4
2.2 Silika (SiO_2) 5
2.3 Bakteri Pelarut Silika (BPS) 6
2.4 ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry)... 8
2.4.1 Prinsip kerja dan komponen ICP-OES 8
2.4.2 Persiapan sampel ICP-OES 10
2.4.3 Gangguan dalam ICP-OES 11
BAB III METODOLOGI 12
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 12
3.2 Alat dan Bahan 12
3.3 Prosedur Kerja 12
3.3.1 Preparasi sampel 12
3.3.2 Pelarutan silika menggunakan kalium hidroksida (KOH) 13
3.3.3 Pelarutan silika dari fraksi kuarsa kaolin menggunakan bakteri pelarut silika 13
3.3.5 Pengukuran silika terlarut menggunakan ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry) 14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 16
4.1 Preparasi Sampel 16
4.3 Pelarutan Silika Menggunakan Bakteri Pelarut Silika (*Burkholderia cenocepacia*) 22

4.4 Kontrol Bakteri 28
BAB V PENUTUP 32
5.1 Kesimpulan 32
5.2 Saran 32
DAFTAR PUSTAKA 33
LAMPIRAN 38

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2. 1 Produksi asam organik oleh bakteri pelarut silika di dalam media cair Bunt dan Rovira 7
Tabel 4. 1 Konsentrasi logam pada Fraksi Kuarsa Kaolin dan Pasir Silika 17
Tabel 4. 2 Konsentrasi logam pada filtrat hasil pelarutan sampel Fraksi Kuarsa Kaolin dengan pelarut Kalium Hidroksida (KOH) 19
Tabel 4. 3. Konsentrasi logam pada filtrat hasil pelarutan sampel Pasir Silika dengan pelarut Kalium Hidroksida (KOH) 20
Tabel 4. 4.Perubahan pH media cair sebelum dan setelah periode inkubasi pada sampel fraksi kuarsa kaolin dan pasir silika 23
Tabel 4. 5.Konsentrasi unsur hasil pelarutan menggunakan bakteri pelarut silika (Burkholderia cenocepacia) sampel Fraksi kuarsa kaolin 25
Tabel 4. 6. Konsentrasi unsur hasil pelarutan menggunakan bakteri pelarut silika (Burkholderia cenocepacia) sampel Pasir silika 27
Tabel 4. 7.Perubahan pH media kontrol bakteri sampel fraksi kuasa kaolin dan pasir silika 29
Tabel 4. 8. Konsentrasi logam pada media cair Bunt & Rovira hasil kontrol bakteri sampel Fraksi kuarsa kaolin 29
Tabel 4. 9.Konsentrasi logam pada media cair Bunt & Rovira hasil kontrol bakteri sampel Pasir Silika 30

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar 2. 1 Struktur Kaolin 5
Gambar 2. 2 Tata letak komponen ICP-OES 9
Gambar 4. 1 Mekanisme molekuler yang terlibat dalam aktivitas pelarutan silikat pada bakteri 23
Gambar 4. 2. Konsentrasi Al dan Si (fraksi kuarsa kaolin) pelarutan dengan Burkholderia cenocepacia 26
Gambar 4. 3. Konsentrasi Al dan Si (pasir silika) dengan Burkholderia cenocepacia 28

DAFTAR LAMPIRAN

Halaman

Lampiran 1.Lampiran Hasil Uji 38
Lampiran 2.Lampiran dokumentasi 42

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.Latar Belakang

Silika merupakan material yang memiliki peran penting dalam berbagai aplikasi sintesis material. Sebagai material mesopori, silika digunakan untuk menghasilkan struktur yang memiliki pori-pori teratur, luas permukaan yang besar, serta banyak dimanfaatkan dalam katalisis heterogen, adsorpsi, dan pembawa obat (Kresge *et al*., 1992). Selain itu, dalam sintesis zeolit, silika berfungsi sebagai katalis, pemurni gas, dan penyerap molekul, dengan silikat sebagai sumber utama untuk membentuk kerangka zeolit (Cundy & Cox, 2003). Dalam pembuatan nanokomposit, silika nanopartikel digunakan untuk meningkatkan sifat mekanik, termal, dan optik material, seperti penggabungan silika dengan polimer yang menghasilkan material dengan kekuatan tinggi (Wang *et al.,* 2015). Silika pada *tetraethyl orthosilicate* (TEOS) sering digunakan dalam proses sol-gel untuk menghasilkan film tipis, kaca, dan keramik dengan struktur yang terkontrol, memungkinkan pembentukan material pada suhu rendah dengan tingkat homogenitas tinggi (Brinker & Scherer, 1990). Dalam bidang pertanian, silika dapat meningkatkan toleransi terhadap stress biotik maupun abiotik yang dialami oleh tanaman (Zargar *et al*., 2019), Namun, sebagian besar silika yang tersedia di tanah tidak ditemukan dalam bentuk yang bisa diserap oleh tanaman, biasanya berikatan dengan unsur lain membentuk kristal aluminosilikat (Richmond & Sussman, 2003) dan kuarsa (Savant *et al*., 1999).

Salah satu sumber silika terdapat dalam fraksi kuarsa kaolin, dimana jumlah fraksi kuarsa di dalam kaolin sebesar 66,62% (Wahyuni *et al*, 2012) dan kaolin mengandung silika (SiO_2) sebesar 44,4%. Ekstraksi silika yang banyak digunakan adalah dengan pendekatan kimia seperti metode difusi alkali. Metode tersebut menggunakan larutan alkali kuat seperti natrium hidroksida (NaOH) atau kalium hidroksida (KOH) untuk melarutkan silika menjadi larutan silikat (Kiprop *et al*., 2024). Pada penelitian yang dilakukan oleh Agung *et a*l (2013), ektraksi silika menggunakan KOH mampu melarutkan silika sebesar 509,7 *ppm* dari sampel abu

sekam padi. Tetapi, proses difusi alkali memiliki resiko korosifitas yang berdampak negatif terhadap lingkungan.

Pada penelitian ini dilakukan pendekatan bioteknologi untuk melarutkan silika dengan melibatkan peran bakteri pelarut silika (BPS). Salah satu bakteri yang memiliki potensi dalam melarutkan silika adalah *Burkholderia cenocepacia*. Menurut Vasanthi *et al* (2018), bakteri ini diketahui memiliki kemampuan untuk melarutkan silika melalui produksi asam organik seperti asam sitrat ($C_6H_8O_7$), oksalat ($C_2H_2O_4$), dan asetat (CH_3COOH) yang dapat digunakan untuk melarutkan silika dari mineral kuarsa. Silika dari bentuk tidak larut (SiO_2) diubah menjadi bentuk yang larut ($Si(OH)_4$) dan dapat diserap oleh tanaman. *Burkholderia cenocepacia* dapat melarutkan silika sebanyak 19,8 *ppm* dengan 0,25% magnesium trisilikat selama 96 jam dan 0,84 *ppm* dengan 0,25 gram mineral kuarsa sebagai substrat selama 192 jam (Santi & Goenadi, 2017).

Berdasarkan potensi pendekatan kimia dan bioteknologi dalam meningkatkan ketersediaan silika, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas pelarutan silika dari fraksi kuarsa kaolin menggunakan metode difusi alkali dengan larutan kalium hidroksida (KOH) 10 M dan metode bioteknologi dengan bakteri *Burkholderia cenocepacia*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan mengenai perbandingan kedua metode dalam hal efisiensi pelarutan silika dan potensi penerapannya dalam berbagai sektor. Kombinasi pendekatan kimia dan bioteknologi dapat menjadi solusi untuk meningkatkan ketersediaan silika yang dapat digunakan sebagai bahan baku material.

1.2.Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Bagaimana pengaruh waktu inkubasi terhadap konsentrasi silika yang terlarut dari fraksi kuarsa kaolin dan pasir silika menggunakan *Burkholderia cenocepacia* sebagai bakteri pelarut silika (BPS)?
b. Bagaimana pengaruh waktu pengadukan dan pemanasan terhadap konsentrasi silika dari fraksi kuarsa kaolin dan pasir silika yang dilarutkan menggunakan KOH 10 M?

1.3.Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini meliputi:

a. Mengetahui pengaruh waktu inkubasi terhadap konsentrasi silika yang terlarut dari fraksi kuarsa kaolin dan pasir silika menggunakan *Burkholderia cenocepacia* sebagai bakteri pelarut silika (BPS).
b. Mengetahui pengaruh waktu pengadukan dan pemanasan terhadap konsentrasi silika terlarut dari fraksi kuarsa kaolin dan pasir silika menggunakan KOH 10 M.

1.4.Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat:

a. Memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh waktu inkubasi terhadap konsentrasi silika yang terlarut dari fraksi kuarsa kaolin dan pasir silika menggunakan *Burkholderia cenocepacia* sebagai bakteri pelarut silika (BPS).
b. Memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh waktu pengadukan dan pemanasan terhadap konsentrasi silika terlarut dari fraksi kuarsa kaolin dan pasir silika menggunakan KOH 10 M.