

Pengaruh Variasi Konsentrasi NaOH Terhadap Xerogel dari Kulit Durian (*Durio zibethinus* Murr.)

Mariza Anjelia¹, Edi Nasra^{*2}, Desy Kurniawati³, Umar Kalmar Nizar⁴

^{1,2,3,4}Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Padang, Indonesia

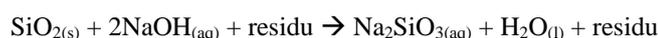
*edinasra@fmipa.unp.ac.id

Abstract — The objective of this study was to synthesize xerogel from durian peel waste by determining the optimal NaOH concentration for the synthesis process. The sol-gel method was employed, utilizing SiO₂ as the main component and Na₂SiO₃ as the precursor. The sodium silicate precursor was obtained by reacting SiO₂ derived from durian shell ash with NaOH solutions of various concentrations: 2 M, 5 M, 8 M, 11 M, and 14 M. The surface area of the resulting xerogel was tested, and the optimal NaOH concentration was found to be 8 M, yielding a surface area of 6637.8 m²/g. The synthesized xerogel was further characterized using FTIR analysis within the wave number range of 4000 - 600 cm⁻¹. The FTIR data revealed the presence of silanol at a wave number of 3468,40 cm⁻¹ and siloxane at a wave number of 1096,0918 cm⁻¹, confirming the successful synthesis of the xerogel.

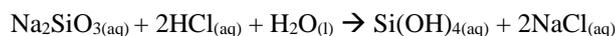
Keywords — Durian peel, sodium hydroxide, xerogel

I. PENDAHULUAN

Silika xerogel adalah silika gel kering yang dikeringkan pada tekanan 1 atm. Salah satu teknik sintesis xerogel adalah dengan menggunakan metode sol-gel. Prosesnya melibatkan pembentukan sol dan transformasinya menjadi gel melalui proses gelasi [1]. Sintesis silika xerogel menggunakan prekursor natrium silikat. Pada metode sol-gel silika xerogel diperoleh dari proses pelarutan silika menggunakan natrium hidroksida sebagai pelarut. Persamaan reaksi pembentukan natrium silikat menurut Chanadee dan Chaiyarat (2016) [2]:



Pada metode sol-gel terjadi pengasaman larutan natrium silikat dimana cairan yang terbentuk tepat setelah pencampuran asam dan natrium silikat disebut sebagai sol, yaitu suspensi koloid yang fasa terdispersinya berupa zat padat. Dalam sol, terdapat monomer-monomer asam silikat yang memiliki gugus silanol (Si-OH) didalamnya. Bersamaan dengan pembentukan sol, terjadi proses gelasi yang melibatkan polimerisasi kondensasi pada gugus silanol (Si-OH). Proses ini menghasilkan pembentukan jaringan siloksan (Si-O-Si) dan meninggalkan gugus silanol yang tidak terkondensasi pada permukaan gel. Reaksi pengasaman natrium silikat dapat dijelaskan melalui persamaan reaksi berikut: [3]:



Untuk meningkatkan kekakuan dan daya tahan jaringan gel dalam larutan, hidrogel menjalani tahap penuaan. Selama tahap ini, hidrogel dikeringkan untuk menghilangkan kadar airnya, sehingga menghasilkan pembentukan xerogel silika

padat. [4]. Xerogel silika yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan spektroskopi *Fourier Transformed Infrared* (FTIR) untuk menganalisis gugus fungsi yang ada di dalam xerogel. Spektroskopi FTIR adalah teknik yang mengidentifikasi spektrum getaran molekul senyawa dan memanfaatkan getaran ini untuk memperkirakan struktur senyawa. [5].

Penelitian sebelumnya telah membuat xerogel dari abu bambu [6], pasir pantai [7], sekam padi [8] dan masih banyak lagi bahan alam yang dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan silika xerogel salah satunya yaitu kulit durian. Menurut Daosukho (2012) Abu dari kulit durian mengandung sejumlah senyawa, termasuk SiO₂ yang merupakan salah satu komponen utama untuk membuat silika [9]. Dilihat dari bagian buah durian, keberadaan kulit durian memiliki persentase yang lebih tinggi yaitu 60-70% dari bagian buah, sehingga jika dibiarkan saja kulit durian akan menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan. Oleh karena itu cukup baik jika kulit durian dimanfaatkan. Pemanfaatan yang telah dilakukan pada kulit durian yaitu menjadikan kulit durian sebagai karbon aktif untuk penyerapan logam berat [10], sedangkan untuk dijadikan silika xerogel blum pernah dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk dapat memanfaatkan kulit durian menjadi produk yang baru selain karbon aktif yaitu silika xerogel.

II. METODE PENELITIAN

A. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain gelas ukur, labu ukur, pipet, botol semprot, batang pengaduk magnetik, spatula logam, corong kaca, gelas kimia, gelas

beker, lumpang dan alu, kertas saring, kertas pH, timbangan digital, oven, ayakan dengan ukuran mesh 200, desikator, timbangan analitik (ABS 220-4), shaker, dan instrumen Spektrofotometer UV-Vis (Specord 210).

B. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain aquades, HCl teknis, kristal NaOH, dan zat warna metilen biru. Bahan baku utama yang digunakan yaitu limbah kulit durian.

C. Prosedur Penelitian

1. Kalsinasi Kulit Durian

Kulit durian dibersihkan dan dikeringkan dilakukan pemotongan terlebih dahulu. Setelah itu digiling dengan menggunakan blender dan diayak untuk memisahkan dari serbuk yang belum halus. Serbuk yang dihasilkan sebanyak 10 gram diabukan menggunakan *furnace* pada suhu 700°C selama 6 jam untuk menguraikan material organik yang tidak diinginkan.

2. Sintesis Silika Xerogel

Abu kulit durian ditimbang sebanyak 0,2 gram lalu ditambahkan dengan 6 mL natrium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 2 M, 5 M, 8 M, 11 M, dan 14 M kemudian dihomogenkan dengan suhu 80°C selama 1 jam sehingga didapat larutan natrium silikat (Na_2SiO_3). Setelah itu, larutan natrium silikat disaring untuk memisahkan residu yang tidak larut dengan NaOH. Filtrat yang diperoleh didinginkan hingga mencapai suhu ruang dan dititirasi dengan menggunakan asam klorida (HCl) 10 M hingga mencapai pH = 7. Selanjutnya dilakukan proses pematangan gel dengan mendinginkan silika *hydrogel* selama 24 jam pada suhu ruang. Setelah tahap aging selesai, *hydrogel* di saring. *Hydrogel* yang diperoleh kemudian memasuki tahap pengeringan selama 2 jam pada suhu 60°C hingga dihasilkan silika xerogel.

3. Uji Luas Permukaan

Ditambahkan larutan metilen biru sebanyak 25 mL dengan konsentrasi 10 mg/L ke dalam erlenmeyer. Selanjutnya 0,1 gram silika xerogel hasil sintesis juga dimasukkan. Campuran di-shaker pada kecepatan 125 rpm selama 1 jam. Setelah itu, campuran disaring, dan filtrat yang dihasilkan diuji dengan Spektrofotometri UV-Vis untuk diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Nilai absorbansi yang didapat digunakan untuk menentukan luas permukaan xerogel dengan menggunakan persamaan di bawah [11]:

$$S = \frac{X_m \times N \times a}{Mr}$$

Keterangan:

S = luas permukaan (m^2/g)

X_m = berat adsorbat teradsorpsi (mg/g)

N = bilangan Avogadro ($6,20 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$)

a = luas penutupan oleh 1 molekul MB ($197 \times 10^{-20} \text{ m}^2$)

Mr = massa molekul relative metilen biru (320,5 g/mol)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kalsinasi Kulit Durian

Kulit durian dibersihkan dan kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya. Untuk memperoleh silika pada kulit durian, maka kulit durian harus dikalsinasi. Proses kalsinasi atau pengabuan ini bertujuan untuk menghasilkan senyawa oksida dalam bentuk serbuk dengan kemurnian yang tinggi. Kalsinasi terjadi karena adanya reaksi dekomposisi secara endotermik [12].

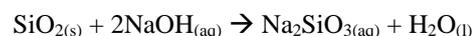
Dari proses kalsinasi bubuk kulit durian sebanyak 10 gram didapatkan abu kulit durian sebanyak 0,5841 gram. Hasil kalsinasi bubuk kulit durian ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Abu kulit durian suhu kalsinasi 700 °C

B. Sintesis Silika Xerogel

Setelah SiO_2 yang diperoleh dari proses kalsinasi didapat, selanjutnya dilakukan pembuatan natrium silikat menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi 2 M, 5 M, 8 M, 11 M, dan 14 M. Penggunaan NaOH dapat mempengaruhi ekstraksi dari silika, menjadi larutan natrium silikat [13]. Pemanasan NaOH dalam pembentukan natrium silikat bertujuan agar NaOH terdisosiasi menjadi Na^+ dan OH^- . Atom O pada SiO_2 bersifat sangat elektronegatif sehingga atom Si yang bersifat elektropositif akan berikatan dengan ion OH^- membentuk senyawa *intermediet* $[\text{SiO}_2\text{OH}]^-$. Senyawa *intermediet* yang dihasilkan bersifat tidak stabil sehingga akan mengalami dehidrogenasi, menyebabkan ion OH^- kedua bergabung dengan hidrogen dan menghasilkan molekul air. Dua molekul ion Na^+ yang tersisa akan bereaksi dengan ion SiO_3^{2-} untuk membentuk natrium silikat [8]. Persamaan reaksi pembentukan natrium silikat:



Setelah dihasilkan larutan natrium silikat, xerogel disintesis dengan menambahkan 10 M HCl. Langkah ini dilakukan untuk membentuk senyawa asam metasilikat (H_2SiO_3), yang selanjutnya akan terhidrolisis menghasilkan senyawa sol asam ortosilikat ($\text{Si}(\text{OH})_4$). Sol yang dihasilkan kemudian akan mengalami kondensasi untuk membentuk bubuk SiO_2 , yang dikenal sebagai *hydrogel*.

Hydrogel yang diperoleh mengalami tahap pematangan atau pematangan selama 24 jam. Setelah proses *aging* selesai, *hydrogel* disaring dan selanjutnya dipanggang dengan suhu 60°C selama 2 jam untuk mendapatkan produk akhir, yaitu xerogel.

Tabel I menampilkan persentase hasil sintesis xerogel dari kulit durian yang divariasikan dengan konsentrasi NaOH yang

berbeda. Hasilnya menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan persentase xerogel yang diperoleh. Persamaan reaksi dan perhitungan teoritis menunjukkan bahwa 0,2 gram silika seharusnya menghasilkan 0,3203 gram xerogel. Namun, data yang dikumpulkan menunjukkan penyimpangan dari perhitungan ini berdasarkan persamaan reaksi.

TABEL I
PERSEN HASIL XEROGEL BERDASARKAN VARIASI KONSENTRASI NATRIUM HIDROKSIDA

Variabel	Konsentrasi NaOH (M)				
	2	5	8	11	14
Bentuk xerogel	Bubuk	Bubuk	Bubuk	Bubuk	Bubuk
Warna	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih
Massa xerogel (g)	0,0599	0,1452	0,2497	0,3780	0,5282
% Hasil	29,82%	72,53%	124,79%	186,21%	258,54%

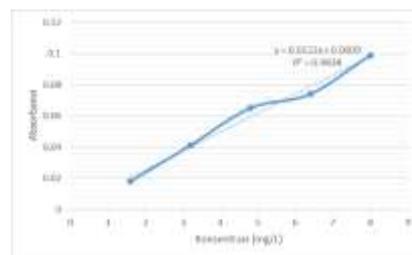
Hal ini menunjukkan bahwa kelebihan persentase hasil disebabkan oleh adanya kelebihan NaOH yang tidak berpartisipasi dalam reaksi pembentukan natrium silikat. Kelebihan NaOH menghasilkan pembentukan endapan. Ketidakmampuan natrium hidroksida untuk melarutkan jumlah silika yang lebih tinggi dalam sampel dibandingkan dengan konsentrasinya sendiri membuatnya mengendap [14].

C. Uji Luas Permukaan

Pada penelitian ini, pengujian dilakukan dengan menggunakan metode penentuan bilangan metilen biru, di mana xerogel diuji dengan zat warna metilen biru. Penggunaan metilen biru sebagai zat warna dipilih karena sifatnya yang bersifat kationik, sehingga tidak mempengaruhi gugus fungsi yang terdapat dalam xerogel.

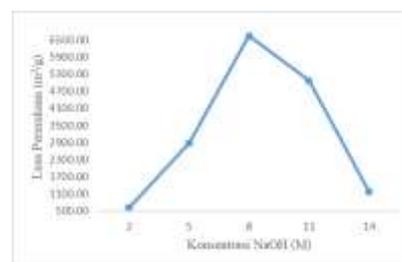
Sebelum pengontakan menggunakan metilen biru dilakukan, penting untuk menentukan panjang gelombang maksimum dari zat warna tersebut. Penentuan panjang gelombang maksimum ini bertujuan untuk memastikan bahwa pengukuran dilakukan pada panjang gelombang yang paling sesuai atau tepat, sehingga data yang diperoleh menjadi lebih akurat dan tepat. Dari hasil spektrofotometri panjang gelombang maksimum zat warna metilen biru adalah 645,00 nm yaitu pada absorbansi tertinggi. Gambar 2 menunjukkan konsentrasi larutan metilen biru terhadap absorbansi.

Kurva kalibrasi metilen biru bertujuan untuk menentukan konsentrasi zat dalam sampel yang tidak diketahui dengan membandingkannya dengan sampel standar yang konsentrasinya telah diketahui [15]. Berdasarkan data dan perhitungan, persamaan regresi linier yang didapat yaitu $y = 0,0122x + 0,0009$, dengan nilai R² mendekati 1, yaitu 0,9838. Nilai R mendekati 1 menandakan adanya korelasi yang kuat antar variabel.



Gambar 2. Kurva kalibrasi larutan metilen biru

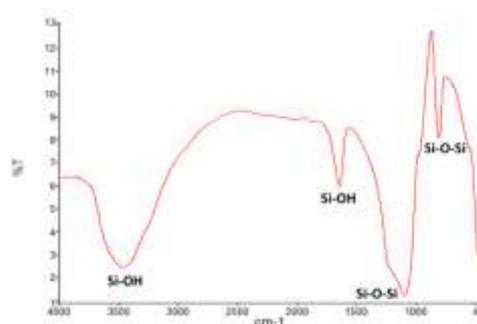
Hubungan antara konsentrasi NaOH dengan luas permukaan xerogel ditunjukkan oleh Gambar 3. Dapat dilihat pada gambar, kondisi optimum NaOH yang menghasilkan luas permukaan yang besar yaitu pada konsentrasi 8 M dengan menghasilkan luas permukaan sebesar 6637,87 m²/g. Menurut Ardhiati dan Muldarisnur, semakin besar konsentrasi pelarut basa, akan menyebabkan terjadinya penumpukan partikel yang dapat mengakibatkan perubahan pada ukuran partikel menjadi semakin kecil [16].



Gambar 3. Kurva pengaruh konsentrasi NaOH terhadap luas permukaan xerogel dari kulit durian

D. Karakterisasi

Penggunaan *Fourier Transformed Infrared* (FTIR) dalam karakterisasi adalah sebagai identifikasi gugus fungsi yang ada dalam xerogel yang dihasilkan dari ekstraksi SiO₂ dari kulit durian. Keberhasilan pembentukan xerogel ditunjukkan dengan munculnya puncak-puncak yang ada pada spektrum FTIR yaitu gugus fungsi silanol (Si-OH) dan siloksan (Si-O-Si). Rentang bilangan gelombang dalam penelitian ini adalah dari 4000 hingga 600 cm⁻¹.



Gambar 5. Spektrum FTIR xerogel dari kulit durian

Hasil karakterisasi xerogel yang diperoleh dari kulit durian ditunjukkan oleh Gambar 5. Terdapat puncak pada bilangan gelombang 3468,40 cm⁻¹ yang berhubungan dengan gugus Si-OH *stretching*. Selain itu, gugus Si-OH *bending* yang ditunjukkan pada bilangan gelombang 1639,37 cm⁻¹. Gugus

Si-O muncul pada bilangan gelombang 1096,0918 cm^{-1} dan 800,83 cm^{-1} .

Hasil FTIR yang didapat dalam penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Megasari dkk. (2019) [6]. Pada penelitian Megasari, keberadaan gugus Si-OH dengan serapan yang tinggi ditunjukkan pada bilangan gelombang 3463,66 cm^{-1} , sedangkan gugus Si-O diidentifikasi dengan adanya puncak serapan tinggi pada bilangan gelombang 1093,42 cm^{-1} . Berdasarkan hasil karakterisasi FTIR tersebut, dapat disimpulkan bahwa xerogel yang disintesis dari ekstraksi kulit durian telah berhasil disintesis.

IV. KESIMPULAN

Dalam penelitian ini, berhasil disintesis silika xerogel dari kulit durian dengan menggunakan suhu kalsinasi 700 °C dan waktu kalsinasi selama 6 jam. Konsentrasi NaOH memiliki pengaruh terhadap luas permukaan xerogel yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi optimum NaOH adalah 8 M, dengan luas permukaan xerogel sebesar 6637,87 m^2/g .

Karakterisasi xerogel dilakukan menggunakan metode Fourier Transformed Infrared (FTIR). Munculnya puncak pada bilangan gelombang 3468,40 cm^{-1} mengindikasikan keberadaan gugus silanol, sedangkan puncak pada bilangan gelombang 1096,0918 cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus siloksan. Hal ini menandakan keberhasilan sintesis xerogel dalam penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Negeri Padang tempat saya menimba ilmu serta bertemu orang-orang hebat yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan artikel ini.

REFERENSI

- [1] S. Tanheitafino, A. Shofiyani, dan R. Sasri, "Synthesis and Characterization of Trimethylchlorosilane Modified Silica Xerogel," *J. Kim. Sains dan Apl.*, vol. 23, no. 7, hal. 249–254, 2020.
- [2] T. Chanadee dan S. Chaiyarat, "Preparation and characterization of low cost silica powder from sweet corn cobs (*Zea mays saccharata* L.)," *J. Mater. Environ. Sci.*, vol. 7, no. 7, hal. 2369–2374, 2016.
- [3] R. K. Iler, "The chemistry of silica: solubility, polymerization, colloid and surface properties, and biochemistry," *Lavoisierfr*, no. June, hal. 892 pp, 1979, doi: 10.1002/ange.19800920433.
- [4] C. J. Brinker dan W. G. Scherer, "Sol-Gel Science: The Physics and Chemistry of Sol-Gel Processing," *Book*, no. 978-0-08-057103-4, 1990, doi: <https://doi.org/10.1016/C2009-0-22386-5>.
- [5] M. M. Beasley, E. J. Bartelink, L. Taylor, dan R. M. Miller, "Comparison of transmission FTIR, ATR, and DRIFT spectra: Implications for assessment of bone bioapatite diagenesis," *J. Archaeol. Sci.*, vol. 46, no. 1, hal. 16–22, 2014, doi: 10.1016/j.jas.2014.03.008.
- [6] K. Megasari dkk., "Sintesis Silika Xerogel dari Abu Daun Bambu Sebagai Adsorben Uranium," vol. 13, hal. 27–36, 2019.
- [7] I. N. Candra, "Sintesis dan Karakterisasi Xerogel Hasil Koprinsipitasi dari Pasir Pantai Panjang Bengkulu," *Alotrop*, vol. 2, no. 1, hal. 46–51, 2018.
- [8] R. D. Mujiyanti, Nuryono, dan S. E. Kunarti, "Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi yang Dimobilisasi dengan 3-(Trimetoksisilil)-1-Propantiol," *Sains dan Terap. Kim.*, vol. 4, no. 1, hal. 1–14, 2010.
- [9] S. Daosukho, A. Kongkeaw, dan U. Oengeaw, "The Development of Durian Shell Biochar as a Nutrition Enrichment Medium for Agricultural Purpose : Part 1 Chemical and Physical Characterization," *Bull. Appl. Sci.*, vol. 1, no. 1, hal. 133–141, 2012.
- [10] E. Nasra dan Chairunnisa, "Pengaruh pH dan Konsentrasi Ion Logam Cr (VI) Terhadap Penyerapan Karbon Aktif Kulit Durian," *Chem. J. Univ. Negeri Padang*, vol. 11, no. 1, hal. 45–50, 2022.
- [11] F. Hanum, R. J. Gultom, dan M. Simanjuntak, "Adsorpsi Zat Warna Metilen Biru dengan Karbon Aktif dari Kulit Durian Menggunakan KOH dan NaOH Sebagai Aktivator," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 6, no. 1, hal. 49–55, 2017.
- [12] Afza, "Pembuatan Magnet Permanent Ba-Hexa Ferrite (Ba_{0.6}Fe₂O₃) Dengan Metode Koopresipitasi Dan Karakterisasinya," *FMIPA Univ. Sumatra Utara*, 2011.
- [13] A. M. Ayu, S. Wardhani, dan Darjito, "Studi Pengaruh Konsentrasi NaOH dan pH Terhadap Sintesis Silika Xerogel Berbahan Dasar Pasir Kuarsa," *Kim. Student J. Univ. Brawijaya*, vol. 2, no. 2, hal. 517–523, 2013.
- [14] I. Ramadhani, B. Oktavia, H. Sanjaya, dan A. Putra, "Penentuan Kondisi Optimum Pembentukan Natrium Silikat (Na₂SiO₃) Menggunakan Material Dasar Silika Alam dan Natrium Hidroksida (NaOH)," *J. Period.*, vol. 10, no. 2, hal. 22–27, 2021.
- [15] K. Nisah dan H. Nadhifa, "Analisis Kadar Logam Fe dan Mn Pada Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom," *Amina*, vol. 2, no. 1, hal. 6–12, 2020.
- [16] F. Ardhiati dan Muldarisnur, "Pengaruh Konsentrasi Larutan Prekursor Terhadap Morfologi dan Ukuran Kristal Nanopartikel Seng Oksida," *J. Fis. Unand*, vol. 8, no. 2, hal. 133–138, 2019.