IDENTIFIKASI DAN KARAKTERISASI MINERAL PASIR SILIKA SEBAGAI POTENSIAL MATERIAL MAJU DI PANTAI KUALA PEUDAWA PUNTONG KECAMATAN IDI RAYEUK

Josefine Febyola Sijabat[1], Nirmala Sari[1], Rahmawati[1], Teuku Andi Fadlly[1*]
[1]Program Studi Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Samudra
Email : andifadly@unsam.ac.id*
(Received: October 2025 / Revised: Oktober 2025 / Accepted: Oktober 2025)

ABSTRAK

Identifikasi dan karakterisasi mineral pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong, Kecamatan Idi Rayeuk telah dilakukan. Pasir pantai adalah salah satu sumber mineral yang paling banyak digunakan, kemurnian mineral tersebut sangat bervariasi dan tergantung pada suatu wilayahnya. Pasir silika yang berasal dari pasir kuarsa merupakan salah satu mineral yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai material maju. Metode seperasi magnetik dan perendaman HCL digunakan pada penelitian ini. Pasir pantai diproses melalui tahap pencucian, preparasi magnetik, serta perendaman dalam larutan HCL 2 M untuk meningkatkan kemurnian silika. Pasir silika di identifikasi menggunakan *X-Ray Fluorescence* (XRF). Hasil analisis menunjukkan bahwa persentase senyawa utamanya yaitu SiO_2 sebesar 29,69% dan di ikuti unsur-unsur lainnya yaitu Fe_2O_3 sebesar 2,86% dan K_2O sebesar 1,04%, dan pasir silika dikarakterisasi menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) menunjukkan bahwa pada pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong terkandung SiO_2 fasa kuarsa yang terindentifikasi pada puncak utama 2θ sebesar 26,70°. Selanjutnya ukuran kristal yang di hasilkan melalui persamaan *Debyer-Scherrer*, memiliki nilai rata-rata yaitu sebesar 24,85 nm.
Kata Kunci: *pasir pantai, SiO_2, kuarsa, kristal.*

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam yang melimpah seperti pasir silika, minyak, gas, dan berbagai mineral lainnya [1]. Salah satu wilayah yang berpotensial adalah Pulau Sumatera, khususnya Provinsi Aceh dengan komoditas Timah hitam 400.000 ton, Bijih besi magnetit 22.000.000 ton dan Granit 900.000.0000 ton [2]. Lokasi ini mendukung ketersediaan pasir silika, seperti yang terdapat di Pantai Kuala Peudawa Puntong, Kecamatan Idi Rayeuk, Kabupaten Aceh Timur.

Pasir pantai adalah salah satu sumber mineral yang paling banyak digunakan. Kemurnian mineral pada pasir pantai sangat bervariasi dan tergantung pada suatu wilayahnya [3]. Partikel pada pasir biasanya berukuran sekitar 0,0625 hingga 2 mm, bahan yang biasanya digunakan untuk membentuk pasir adalah silika, tetapi di beberapa pantai tropis dan subtropis terbentuk dari batu gamping [4]. Pasir silika yang berasal dari pasir kuarsa merupakan salah satu mineral yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai material maju. [5]. Pengembangan material maju sangat diperlukan untuk mendukung kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi sehingga dapat meningkatkan kualitas teknologi berbasis nanomaterial dan nanoteknologi [6]. Pasir silika kuarsa telah banyak dimanfaatkan sebagai material maju seperti yang dilakukan oleh Luthfizar yang memanfaatkan pasir silika sebagai salah satu bahan pembuatan *paving block* [7]. Penelitian oleh Ananda yang memanfaatkan pasir silika sebagai salah satu penyaring air sehingga pH air mengalami peningkatan [8].

Silika atau SiO_2 adalah senyawa anorganik yang terdiri dari komponen utama tersusun dalam pola tiga dimensi dengan ikatan kovalen kuat antara atom silikon (Si) yaitu sebagai pusat dan atom oksigen (O) mengelilinginya [9]. Umumnya SiO_2 memiliki 3 fasa yaitu kuarsa, tridikit, dan kristobalit. Hal ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti katalis, *bioimaging*, *superhydrophobic*, penguat beton dan superkapasitor [10]. Selain itu, dalam berbagai industri seperti pembuatan ban, kaca, dan keramik. Keramik sering dimanfaatkan sebagai bahan isolator [11]. Komposisi kandungan pada pasir silika terdiri dari campuran SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, TiO_2, CaO, MgO, dan K_2O dengan warna pasir yang bervariasi dari putih, abu-abu, coklat hingga warna lainnya tergantung pada kandungan pengotornya [12].

Pada penelitian sebelumnya pasir kuarsa di Kecamatan Samadua, Kabupaten Aceh Selatan mengandung tiga unsur utama dengan kadar tertinggi yaitu Si sebesar 62%, Ca sebesar 15,7%, dan K sebesar 13,7% [13]. Penelitian yang telah dilakukan oleh Pingak menyatakan pasir di daerah Tablolong memiliki kandungan silika sebesar 34,04% [14]. Selain itu, pasir Pantai Bajul Mati Kabupaten Malang, memiliki senyawa SiO_2 sebesar 46,7% dan Fe_2O_3 nya sebesar 13,50%. Berdasarkan hasil analisis XRF pasir silika dari daerah tersebut berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan nanomaterial khususnya nanosilika, selain itu besi oksidannya dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar sintesis nanomaterial feromagnetik [15].

Penelitian ini merupakan kajian awal terhadap pasir silika dari Pantai Kuala Peudawa Puntong yang belum banyak diteliti sebelumnya. Melalui kombinasi metode separasi magnetik dan perendaman HCL, dilakukan proses pemurnian

untuk menghilangkan pengotor logam. Analisis XRF digunakan untuk mengetahui komposisi unsur dan senyawa oksida, sedangkan XRD digunakan untuk mengidentifikasi fasa kristal. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menunjukkan potensi pasir silika Pantai Kuala Peudawa Puntong sebagai bahan dasar material maju, seperti nanosilika dan material feromagnetik.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode separasi magnetik dan perendaman HCL. Metode separasi magnetik adalah teknik pemisahan material berdasarkan perbedaan sifat kemagnetan antara partikel. Pada pasir silika, metode ini digunakan untuk memisahkan mineral pengotor yang bersifat magnetik (seperti magnetit, hematit, ilmenit) dari silika (SiO_2) yang bersifat non-magnetik. Partikel yang memiliki sifat magnetik akan tertarik oleh medan magnet, sedangkan partikel non-magnetik akan tetap tidak terpengaruh dan terpisah. Dengan demikian, senyawa pengotor logam dapat dihilangkan, meningkatkan kemurnian silika. Perendaman pasir silika dengan larutan HCL pada penelitian di atas berfungsi untuk proses pemurnian kimia (chemical leaching), yaitu menghilangkan pengotor logam yang masih menempel pada permukaan atau di dalam butiran pasir silika setelah proses fisik (pencucian dan separasi magnetik). Metode ini dilakukan dengan proses pemurnian untuk menghilangkan pengotor logam pasir silika yang diperoleh dari Pantai Kuala Peudawa Puntong. Tahapan awal yang dilakukan yaitu pasir tersebut dibersihkan dengan air yang mengalir, setelah itu dikeringkan dengan sinar matahari. Kemudian pasir dicuci kembali menggunakan aquades dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 80 ℃ selama 2 jam. Selanjutnya disaring menggunakan saringan yang berukuran 100 mesh. Pasir tersebut diuji menggunakan spektrometer XRF untuk mengidentifikasi unsur-unsur dan senyawa oksida yang terkandung di dalam pasir. Proses selanjutnya dilakukan pemisahan pasir menggunakan seperasi magnet untuk mengurangi senyawa magnetik yang terkandung. Untuk meningkatkan kemurnian pasir silika, maka dilakukan proses pengadukan dengan larutan HCL 2 M selama 30 menit. Sebelumnya hal tersebut dilakukan pelarutan HCL dengan pasir menggunakan perbandingan 1:30 antara pasir dengan HCL dan direndam selama 12 jam. Endapan pasir yang di hasilkan dilakukan pencucian menggunakan aquades hingga pH 7. Endapan tersebut dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100 ℃ selama 2 jam. Pasir yang sudah kering diuji menggunakan XRD untuk menganalisis fasa kristal yang terbentuk berdasarkan pola difraksi.

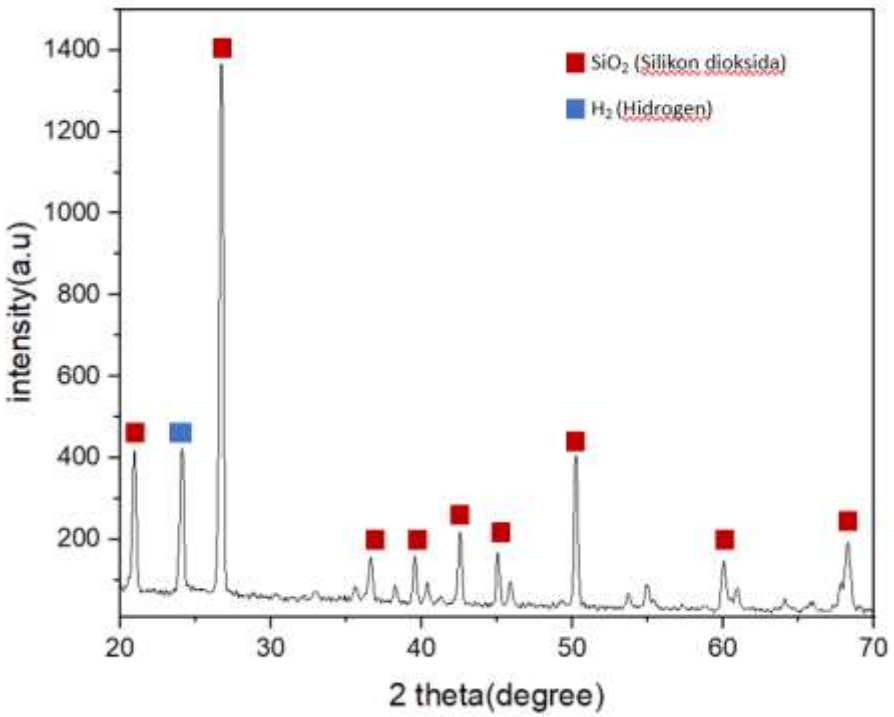
3. HASIL dan PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan pengujian XRF pada sampel pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terkandung dalam pasir tersebut. Hasil pengujian ditunjukan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis XRF Pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong.

No.	Oksida	Persentase (%)
1.	SiO_2	29,69%
2.	Fe_2O_3	2,86%
3.	K_2O	1,04%

Pada Tabel 1 menyatakan bahwa SiO_2 mempunyai kandungan mineral yang paling tertinggi, yaitu 29,69%. Unsur oksida lainnya memiliki kandungan yang relatif kecil, yaitu Fe_2O_3 sebesar 2,86% dan K_2O sebesar 1,04%. Pada *Database* Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Aceh, menyatakan bahwa daerah Kabupaten Aceh Singkil memiliki pasir kuarsa dengan kadar SiO_2 sebesar 82-92% [2]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Azis menggunakan metode *leaching* dengan larutan HCl 3 M sebanyak 3 kali selama 8 jam menghasilkan kadar silika yang meningkat dari 89-10% menjadi 93,11%. Konsentrasi kandungan mineral pada pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong relatif lebih rendah, dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Azis pada pasir Pantai Bengkalis Kepulauan Riau [16]. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa metode *leaching* mempengaruhi kadar silika yang dihasilkan. Dalam penelitian ini metode *leaching* Menggunakan larutan HCl 2 M, hanya direndam sekali selama 12 jam dan diaduk 30 menit, sehingga proses pelindian berlangsung lebih ringan dibandingkan metode Aziz, sehingga kadar SiO_2 hanya 29,69%.. Hal ini menunjukkan bahwa proses *leaching* sangat efektif untuk meningkatkan kemurnian pada pasir silika yang dapat menghilangkan senyawa pengotor lainnya. Pola difraksi dari sampel pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong yang dikarakterisasi menggunakan XRD disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola Difraksi XRD Pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong

Hasil dari pola difraksi XRD yang diperlihatkan pada Gambar 1 adanya SiO_2 fasa kuarsa. Selain itu terdapat pengotor pada sudut 2θ sebesar 24,10° yaitu H_2 (Hidrogen). Hal ini juga dibuktikan melalui data *Crystallography Open Database* (COD), yaitu SiO_2 dengan nomor 900077 dan H_2 dengan nomor 1542173.

Pola difraksi di atas sama dengan pasir pantai di Bengkalis Kepulauan Riau. Perbedaanya ada pada sudut 2θ, yaitu pada pasir pantai Kuala Peudawa Puntong sebesar 26,70° dengan pasir di Pantai Bengkalis Kepulauan Riau sebesar 26,55°. Secara lengkap hasil tersebut disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Sudut 2θ Pola Difraksi Pasir SiO_2

No.	2θ	Intensitas	2θ referensi*
1.	20,94°	246,0	20,77°
2.	26,70°	1000,0	26,55°
3.	36,62°	74,1	36,49
4.	39,54°	80,1	39,41°
5.	50,22°	267,8	50,08°

Sumber : (Sintesis Natrium Silikat Menggunakan Silika dari Pasir Pantai Bengkalis, 2024).

Pada sudut 2θ antara pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong dan pasir Pantai Bengkalis Kepulauan Riau perbedaannya masih tergolong kecil dan nilai-nilai tersebut menunjukkan memiliki kesamaan yang cukup baik dengan data referensi. Selain itu Muliawan menyatakan bahwa puncak intensitas maksimum pada sudut 2θ sebesar 26,73° teridentifikasi sebagai fasa kuarsa [17].

Untuk menentukan ukuran kristal dari hasil sintesis, dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Debyer-Scherrer* [18]. Hasil ini secara lengkap disajikan pada Tabel 3.

$$D = \frac{k.\lambda}{\beta.cos\theta} \quad \text{.....Per (1)}$$

Dimana *D* adalah ukuran kristal (nm), *K* merupakan konstanta dengan nilai sebesar 0,94, λ adalah panjang gelombang sinar-x sebesar 0,154 nm, β adalah lebar puncak penuh pada setengah maksimum (FWHM) yang dinyatakan dalam radian dan cos θ adalah sudut difraksi puncak.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Ukuran Kristal

Posisi Puncak 2θ	FWHM (°)	Ukuran Kristal (nm)
20,94°	0,26°	31,23
26,70°	0,28°	29,32
36,62°	0,29°	26,85
39,54°	0,26°	30,36
40,36°	0,24°	32,36
42,54°	0,26°	29,60
45,88°	0,24°	31,79
50,22°	0,26°	28,95
54,94°	0,34°	21,85
60,02°	0,34°	21,41
68,24°	0,44°	15,61
73,58°	0,40°	16.61
75,72°	0,36°	18,24
77,70°	0,47°	13,74
Nilai rata-rata ukuran kristal		24,85 nm

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan nilai rata-rata ukuran kristalnya sebesar 24,85 nm. Sudut 2θ tersebut memiliki pola difraksi berupa puncak-puncak yang dipilih sebagai data untuk menghitung ukuran kristal. Pada penelitian pupuk mengkarakteristik mineral pasir puya dari Sintang, Kalimantan Barat menunjukkan struktur kristal tetragonal dengan ukuran kristal sebesar 26,6 nm, 28,9 nm dan 29,2 nm. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran kristal pasir Puya Kalimantan Barat lebih besar dibandingkan dengan pasir Pantai Kuala Peudawa Puntong [19].

4. KESIMPULAN

Pasir silika dari Pantai Kuala Peudawa Puntong memiliki potensi sebagai bahan dasar untuk dikembangkan sebagai material maju, khususnya dalam aplikasi nanomaterial. Kandungan senyawa yang teridentifikasi yaitu, SiO_2 sebesar 29,69%. Hasil karakterisasi pola difraksinnya menghasilkan fasa silika kuarsa (SiO_2) dengan puncak tertinggi pada sudut 2θ sebesar 20,94°. Selain itu, rata-rata ukuran kristal yang terbentuk adalah sebesar 24,85 nm.

5. DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Setiawati dan R. Aprillia, "Screening Awal Potensi Bahan Galian Industri di Kalimantan Barat sebagai Bahan Pembuatan Panel Surya," *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 12, no. 1, p. 090, 2024, doi: 10.26418/jtllb.v12i1.72614.

[2] ESDM Provinsi Aceh , "Dinas Energi dan Sumber Daya Mineral Aceh 2019 Potensi Sektor Mineral, Batubara, Energi Air, Panas Bumi dan Migas Di Provinsi Aceh," 2019.

[3] M. Karbeka, H. Manimoy, dan B. A. Abolasinga, "Identifikasi Mineral Pasir Tiga Warna Pantai Puntaru Kabupaten Alor-NTT," *Fuller. J. Chem.*, vol. 6, no. 1, p. 34, 2021, doi: 10.37033/fjc.v6i1.258.

[4] W. Fathonah, R. I. Kusuma, E. Mina, dan A. T. Ningsih, "Penggunaan Pasir Pantai Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Dasar dan Pengaruhnya Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas," *Fondasi J. Tek. Sipil*, vol. 11, no. 2, p. 140, 2022, doi: 10.36055/fondasi.v11i2.7816.

[5] E. Febriana *dkk.*, *"Dissolution of quartz sand in sodium hydroxide solution for producing amorphous precipitated silica," IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 858, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/858/1/012047.

[6] F. W. Mahatmanti *dkk.*, "Pembuatan Kitin dan Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Sebagai Upaya Memanfaatkan Limbah Menjadi Material Maju," *Inov. Kim.*, no. 1, pp. 1–38, 2022, doi: 10.15294/ik.v1i1.60.

[7] G. Y. Luthfizar, F. S. P. Pangesti, dan T. Akbari, "Bahan Pengganti Pasir Untuk Pembuatan," *J. Lingkung. Dan Sumberd. Alam*, vol. 2, no. 1, pp. 23–37, 2019, [Online]. Available: https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/jls/article/view/529

[8] Ananda Muhamad Tri Utama, "Penerapan Filter Air Berbasis Zeolit dan Pasir Silika Dengan Penambahan Karbon Aktif Biji Salak Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali," vol. 9, pp. 356–363, 2022.

[9] Elvita Eka Nursari, Widya Ningrum, Ersyzario Edo Yunata, Evi Suaebah, dan Rohim Amirullah Firdaus, "Review : Sintesis Nanopartikel Silika Dari Beberapa Material Dengan Metode Sol-Gel," *Inov. Fis. Indones.*, vol. 14, no. 1, pp. 115–123, 2025, doi: 10.26740/ifi.v14n1.p115-123.

[10] S. Prabha, D. Durgalakshmi, S. Rajendran, dan E. Lichtfouse, *"Plant-derived silica nanoparticles and composites for biosensors, bioimaging, drug delivery and supercapacitors: a review," Environ. Chem. Lett.*,

vol. 19, no. 2, pp. 1667–1691, 2021, doi: 10.1007/s10311-020-01123-5.
[11] Trianasari, P. Manurung, dan P. Karo-Karo, "Analisis dan Karakterisasi Kandungan Silika (SiO_2) sebagai Hasil Ekstraksi Batu Apung (Pumice)," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 05, no. 02, pp. 179–186, 2017.
[12] P. R. A. Sitorus, "Penerapan Filter Air Berbasis Zeolit dan Pasir Silika Dengan Penambahan Karbon Aktif Biji Salak Untuk Meningkatkan Kualitas Air Sumur Gali," *Braz Dent J.*, vol. 33, no. 1, pp. 1–12, 2022.
[13] B. Bakruddin, F. Rachmatillah, A. Amri, dan Z. Jalil, "Identifikasi Kandungan Unsur pada Pasir Kuarsa Menggunakan Metode X-Ray Flourescence di Kecamatan Samadua, Aceh Selatan," *J. Jejaring Mat. dan Sains*, vol. 2, no. 2, pp. 32–35, 2020, doi: 10.36873/jjms.2020.v2.i2.401.
[14] R. K. Pingak, A. Z. Johannes, dan L. A. S. Lapono, "Analisis Potensi Pasir Tablolong dan Pasir Koka Sebagai Sumber Silika Menggunakan Uji Xrf dan Xrd," *J. Fis. Fis. Sains dan Apl.*, vol. 3, no. 3, pp. 132–136, 2018, doi: 10.35508/fisa.v3i3.614.
[15] S. Sumari, Y. F. Prakasa, M. R. Asrori, dan D. R. Baharintasari, "Analisis Kandungan Mineral Pasir Pantai Bajul Mati Kabupaten Malang Menggunakan XRF dan XRD," *Fuller. J. Chem.*, vol. 5, no. 2, p. 58, 2020, doi: 10.37033/fjc.v5i2.154.
[16] Y. Azis *dkk.*, "Sintesis Natrium Silikat Menggunakan Silika dari Pasir Pantai Bengkalis," pp. 39–47, 2024.
[17] A. Muliawan, "Studi Awal Bahan Dasar Piranti Solar Cell Pada Pasir Sambera Muara Badak Menggunakan Xrf dan Xrd," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, 2017, doi: 10.24127/trb.v6i2.549.
[18] M. Sumadiyasa dan I. B. S. Manuaba, *"Determining Crystallite Size Using Scherrer Formula, Williamson-Hull Plot, dan Particle Size with SEM," Bul. Fis.*, vol. 19, no. 1, p. 28, 2018, doi: 10.24843/bf.2018.v19.i01.p06.
[19] D. Pupuk, K. Sapi, I. Syahbanu, M. T. Tamnasi, C. Nabela, dan M. D. Furnata, *"Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry,"* vol. 1, no. 1, pp. 30–38, 2018.