

Preparation And Characterization Of Adsorbents From Oil Palm Fronds Coated With Nanochitosan From Green Mussel Shells

Poyder Manullang^{1 *}, Herlinawati²
Universitas Negeri Medan

Corresponding Author: Poyder Manullang poyder05@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: Palm frond, Palm Oil, Activated Carbon, Green Mussel Shell, Nanochitosan

Received : 23 August
Revised : 21 September
Accepted: 27 October

©2023 Manullang, Herlinawati: This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

This study aims to determine the characteristics of adsorbents made from activated carbon of oil palm fronds coated with nanochitosan from green mussel shells. The provision of adsorbents is carried out by the method of coating. The FTIR characterization results show the presence of N-H groups owned by chitosan, namely at wavenumbers between 3500-3297.33 cm⁻¹. BET characterization gives a carbon surface area yield of 45,657 m²/g, the surface area of activated carbon is 14,255 m²/g and the surface area of activated carbon is coated with nanochitosan 57,057 m²/g. The pore volume of carbon also changed, namely carbon by 0.055 cm³ / g, activated carbon by 0.040 cm³ / g and activated carbon coated with nanochitosan by 0.070 cm³ / g. The results showed that the pore properties of activated carbon changed after coating with nanochitosan which was related to the absorption of activated carbon.

Preparasi Dan Karakterisasi Adsorben Dari Pelepah Kelapa Sawit Yang Disalut Nanokitosan Dari Cangkang Kerang Hijau

Poyder Manullang^{1 *}, Herlinawati²
Universitas Negeri Medan

Corresponding Author: Poyder Manullang poyder05@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Pelepah Kelapa Sawit, Kelapa Sawit, Karbon Aktif, Cangkang Kerang Hijau, Nanokitosan

Received : 23 Agustus
Revised : 21 September
Accepted: 27 Oktober

©2023 Manullang, Herlinawati:
This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik adsorben yang dibuat dari karbon aktif pelepah kelapa sawit yang disalut dengan nanokitosan dari cangkang kerang hijau. Penyediaan adsorben dilakukan dengan metode penyalutan. Hasil karakterisasi FTIR menunjukkan adanya gugus N-H yang dimiliki kitosan yaitu pada bilangan gelombang diantara 3500-3297,33 cm⁻¹. Karakterisasi BET memberikan hasil luas permukaan karbon sebesar 45.657 m²/g, luas permukaan karbon aktif 14.255 m²/g dan luas permukaan karbon aktif disalut nanokitosan 57.057 m²/g. Volume pori karbon juga mengalami perubahan yaitu karbon sebesar 0.055 cm³/g, karbon aktif sebesar 0.040 cm³/g dan karbon aktif disalut nanokitosan sebesar 0.070 cm³/g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat pori karbon aktif mengalami perubahan setelah penyalutan dengan nanokitosan yang berhubungan dengan daya serap karbon aktif.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah perkebunan kelapa sawit terbesar di dunia, Menurut data (BPS Tahun 2021) luas perkebunan sawit Indonesia 14.663,60 (ribu hektar) yang dimana daerah Sumatra utara menjadi peringkat ke-5 di Indonesia seluas 1.285,80 (ribu hektar). Pelepah sawit merupakan limbah yang besar dari perkebunan sawit dimana rata-rata setiap 1 batang sawit menghasilkan 1-2 pelepah kelapa sawit segar. Pelepah kelapa sawit dibuang bertujuan untuk memperlancar penyerbukan dan panen selanjutnya, serta saat pemupukan tidak tersalur kepelepah sawit yang tidak dibutuhkan. Salah satu pemanfaatan pelepah sawit adalah membuatnya menjadi arang aktif yang dimana dapat meningkatkan nilai ekonomis sehingga limbah pelepah sawit akan berkurang. Arang aktif diperoleh dengan proses karbonisasi menghasilkan butiran berdaya serap yang besar sebagai adsorben logam.

Logam berat merupakan substansi berbahaya yang bisa menimbulkan kerusakan bagi makhluk hidup di lingkungan air. Sebagian besar sumber polusi logam berasal dari kegiatan seperti pertambangan, pengolahan logam, sektor industri lainnya, dan bahkan bisa berasal dari limbah rumah tangga yang mengandung logam, serta dari penggunaan pupuk yang mengandung logam di lahan pertanian (Lestari & trihadiningrum, 2019). Logam berat adalah elemen alami yang ada dalam kerak bumi dan tidak dapat mengalami pemecahan atau penghancuran, dan ini menjadikannya zat yang berbahaya karena mampu mengalami bioakumulasi. Ini terjadi karena logam berat sulit untuk mengalami dekomposisi, baik secara fisik, kimia, maupun biologis. (Putra & Mairizki, 2020). Penelitian (Effendi et al, 2012) menjelaskan bahwa logam berat termasuk dalam kelompok polutan beracun yang dapat mengakibatkan kematian serta dampak negatif lainnya, seperti gangguan pertumbuhan, perubahan perilaku, dan perubahan karakteristik morfologi pada berbagai organisme akuatik.

Indonesia juga merupakan negara maritim dengan potensi dari perikanan yang berlimpah namun belum dimanfaatkan secara maksimal (Muhlis et al, 2021). Salah satu hasil laut Indonesia adalah kerang hijau yang mengalami peningkatan produksi setiap tahunnya, peningkatan ini berdampak terhadap limbah yang dibuang, yang dimana Kerang hijau hanya memiliki daging sekitar 30% dari berat tubuhnya, cangkang kerang hijau terdapat kitin yang menjadi bahan pembuatan kitosan (Aridhani et al., 2021). Menurut (Zarkoni, 2022) Pembuatan nanopartikel kitosan menggunakan metode gelasi ionic adalah salah satu metode yang paling sederhana dan sering digunakan

dimana kitosan dalam bentuk nanopartikel ini akan mengubah struktur fisiknya dan akan berpengaruh terhadap peningkatan daya serapnya. Menurut penelitian (Natasyah Evelin & Muhdarina., 2020) pelepah sawit paling optimum dipreparasi pada suhu karbonisasi 600oC dengan waktu 60 menit yang telah memenuhi syarat mutu karbon aktif sesuai SNI 06-3730-1995, dengan jumlah kandungan didalamnya sesuai batas maksimal yang diperbolehkan. Memperoleh adsorben dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi perlu perlakuan berupa pengaktifan dengan menggunakan asam. Aktivasi bertujuan tercapainya sifat-sifat fisik dan kimia dari suatu arang menjadi lebih baik yaitu keasamaan permukaan, perlakuan menggunakan asam akan terjadi pertukaran kation yang terdapat dalam adsorben dengan kation H⁺ dari asam melarutkan kotoran yang menjadi pengotor didalam adsorben sehingga kapasitas adsorsinya meningkat (Efendi, 2021). Modifikasi adsorben dengan penambahan asam adalah peningkatan adsorpsi paling umum dan sudah terbukti sangat efisien dalam meningkatkan kapasitas dan efisiensi adsorben.

Penelitian terkait tentang karbon aktif menjelaskan karbon aktif dapat dinaikkan daya serapnya seperti mevariasi suhu dan waktu serta memodifikasi morfologi dengan H₂SO₄ yang menunjukkan adanya peningkatan konsentrasi asam karboksilat dan fenol, serta pengurangan lakton dan basa total. Hasil uji SEM juga mengindikasikan perbedaan dalam struktur karbon aktif sebelum dan setelah modifikasi. Sebelum modifikasi, struktur karbon aktif memiliki pori dengan rongga yang kecil, rapat, dan tidak teratur, sedangkan setelah modifikasi, bentuk pori dengan rongga yang lebih besar menjadi lebih terlihat. (Achmad,2020). Merujuk dengan permasalahan ini maka dilakukan penelitian preparasi dan karakterisasi biosorben dari pelepah kelapa sawit yang disalut nanokitosan dari cangkang kerang hijau.

TINJAUAN PUSTAKA

Kitosan Dan Nanokitosan

Kitin yaitu bahan baku pembuatan kitosan. Cangkang kepiting mengandung 18,70% -32,20% kitin. Senyawa kitin yang terkandung dalam cangkang kepiting secara ekonomis berharga ketika dikonversi menjadi senyawa kitosan (Mashuni et al., 2021). Cangkang kepiting mengandung senyawa kitin yang memiliki nilai jual tinggi. Kandungan kitin yang terdapat pada cangkang kepiting sebesar 71%. Kitin merupakan karbohidrat utama yang berfungsi sebagai komponen penyokong dan pelindung pada eksoskeleton krustasea. Kitin adalah jenis polisakarida yang termasuk dalam golongan

molekul polimer berantai lurus. Juga dikenal dengan nama lain $\beta(1-4)$ -2-asetamida-2-dioksida-D-glukosa atau N-acetyl-D-glukosamin (N-acetyl-D-glucosamine) (Muhlis et al., 2021).

Kitosan memiliki struktur dominan gugus fungsi hidroksil dan amina, maka kitosan efektif dijadikan adsorben. Gugus fungsi ini berperan penting Ketika mengikat ion-ion logam berat, daya serap kitosan dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk kadar garam, pH, dan faktor-faktor lainnya. Faktor-faktor ini dapat memengaruhi efektivitas kitosan dalam menangkap bahan pencemar (Rahayu et al., 2020).

Peneliti dan praktisi industri terus mengembangkan produk kitosan dengan melakukan modifikasi kimia atau fisik pada kitosan. Salah satu jenis modifikasi adalah mengubah ukuran partikel kitosan menjadi ukuran nano-partikel. Kelebihan utama dari nano-partikel adalah memiliki luas permukaan yang besar dibandingkan dengan volume, jika dibandingkan dengan bahan sejenis dalam ukuran yang lebih besar. Hal ini membuat nano-partikel menjadi lebih reaktif dan memiliki potensi aplikasi yang lebih luas dalam berbagai bidang (Handayani et al., 2018). Penelitian tentang modifikasi ukuran kitosan menjadi nano telah dilakukan, nanokitosan memiliki ukuran partikel 100-400nm (Tandra et al., 2020).

Karbon Aktif Disalut Nanokitosan

Karbon aktif adalah karbon amorf dengan luas permukaan 3.003.500 m²/g dan diperlakukan dengan uap dan panas hingga memiliki kapasitas besar 25-100% dan memiliki afinitas yang sangat tinggi untuk menyerap berbagai bahan karbon aktif berat (Handika et al., 2017). Karbon aktif adalah bahan berpori, umumnya diperoleh dengan membakar kayu atau bahan yang mengandung unsur karbon. Umumnya karbon mempunyai daya adsorpsi yang rendah terhadap zat warna dan daya adsorpsi tersebut dapat diperbesar dengan cara mengaktifkan karbon menggunakan uap atau bahan kimia (Kurniawan et al., 2014)

Modifikasi karbon aktif banyak dilakukan seperti dimodifikasi morfologinya menggunakan asam fosfat H₃PO₄ yang mana terbentuk pori-pori lebih banyak dengan rongga-rongga pori yang kedalaman membesar. Maka penambahan nanokitosan ke karbon aktif pelepah kelapa sawit meningkatkan jumlah pori pada permukaan adsorben sehingga menciptakan sejumlah besar ruang kosong dibuktikan dengan karakterisasi BET.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu antara lain: grinder, labu leher tiga, furnace, oven listrik, neraca analitik, beaker, stopwatch, sentrifuge, pH meter, ayakan, crucible, desikator, porselin, beaker glass, pipet tetes, pipet volume, tabung reaksi, batang pengaduk, kertas saring, magnetic stirrer. Bahan-bahan yang digunakan antara lain: Pelepah kelapa sawit, cangkang kerang hijau, Asam Sulfat (H_2SO_4), Asam Klorida (HCl), Natrium Hidroksida (NaOH), asam asetat (CH_3COOH) dan aquades.

Prosedur Kerja

Preparasi sampel dilakukan dengan mencuci pelepah kelapa sawit dengan aquades kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari. Setelah kering, pelepah kelapa sawit kemudian dipotong kecil-kecil dan dimasukkan kedalam tanur dengan suhu karbonasi $600^\circ C$ dengan waktu 60 menit, kemudian giling arang kemudian ayak dengan ayakan 200 mesh.

Aktivasi Karbon Bonggol Jagung

Karbon yang diperoleh dari pelepah sawit kemudian ditimbang 50 g kemudian di aktivasi dengan asam sulfat atau H_2SO_4 1M sebanyak 250, kemudian diaduk selama 60 menit dengan kecepatan 200rpm selanjutnya diamkan selama 24 jam, larutan karbon aktif kemudian disaring dan bilas dengan aquades hingga pH netral. Kemudian hasil dari penyaringan di keringkan menggunakan oven pada suhu $105^\circ C$ selama 1 jam guna untuk menghilangkan kadar air yang terdapat dalam arang aktif.

Isolasi Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau

Preparasi Cangkang Kerang Hijau dilakukan dengan mengumpulkan Cangkang kerang hijau dari lokasi pelabuhan Belawan, kemudian dicuci bersih dengan air mengalir. Kemudian cangkang kerang hijau dijemur dibawah sinar matahari. Setelah kering, cangkang kerang hijau kemudian ditumbuk hingga ukurannya semakin kecil. Lalu dihaluskan menggunakan grinder sehingga terbentuk serbuk halus. Kemudian serbuk cangkang kerang hijau di ayak dengan ayakan 200 mesh.

Deproteinasi

Disiapkan 70 g serbuk cangkang kerang hijau kemudian dimasukkan kedalam beaker. Tambahkan larutan NaOH 3,5% dengan perbandingan 1:10. Panaskan pada suhu $70^\circ C$ selama 2 jam sambil diaduk. Kemudian campuran disaring dan dibilas dengan aquades hingga pH netral. Padatan yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $90^\circ C$ selama 2 jam.

Demineralisasi

Serbuk hasil deproteinasi dimasukkan kedalam beaker lalu ditambah

HCl 1M dengan perbandingan 1:10. Kemudian diamkan pada suhu ruang untuk perendaman kemudian panaskan pada suhu 80°C selama 1 jam sambil diaduk. Kemudian campuran disaring dan dibilas dengan aquades hingga pH netral. Padatan yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 90°C selama 2 jam. Akan diperoleh kitin dari cangkang kerang hijau.

Deasetilasi

10 gram serbuk kitin dilarutkan dengan pelarut NaOH 25% kemudian masukan kedalam beaker pada suhu 90°C selama 2 jam sambil diaduk. Saring dan bilas dengan aquades hingga pH netral. Padatan yang diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 90°C selama 2 jam.

Penyalutan Karbon Aktif dengan Nanokitosa

Karbon aktif sebanyak 20 g ditambahkan ke dalam 100 mL larutan nanokitosa 0,2%, kemudian diaduk seluruhnya dan dikeringkan pada suhu kamar selama 3 hari. Kemudian ulangi Langkah yang sama dengan variasi konsentrasi nanokitosa yaitu; 0,4%, 0,6%, 0,8% dan 1,0%

Karakterisasi Kitosa dan Karbon Aktif

Untuk mengetahui apakah kitosa yang didapat sudah memenuhi syarat menjadi nanokitosa maka dilakukan karakterisasi dengan PSA, dan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung dalam kitosa maka kitosa dikarakterisasi dengan FTIR. Instrumen BET digunakan untuk menentukan sifat pori karbon, karbon aktif, dan karbon aktif yang dilapisi nanokitosa. Hal ini dilakukan untuk mengkarakterisasi karbon, karbon aktif, dan karbon aktif tersalut.

HASIL PENELITIAN

Pada analisa *Particle Size Analyzer* (PSA) dari nanokitosa cangkang kerang hijau didapatkan ukuran partikel yaitu 63,59 nm. Hasil ini sesuai dengan ukuran nanopartikel yang berada diantara 1-100 nm.

Spektrum FTIR diatas menunjukkan serapan kitosa cangkang kerang hijau pada beberapa bilangan gelombang dimana berfungsi untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang ada pada kitosa. Dari spektrum FTIR tersebut didapatkan beberapa *peak* pada bilangan gelombang yang berbeda-beda, hal ini menunjukkan bahwa adanya gugus fungsional yang berbeda . pada bilangan gelombang 3293,29 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi peregangan gugus N-H yang diidentifikasi sebagai amina primer. Pada bilangan gelombang 1455,65 cm^{-1} menunjukkan serapan kuat dan tajam diduga adanya gugus fungsi C-H yang diidentifikasi sebagai alkana

Hasil analisis BET menunjukkan bahwa luas permukaan karbon pelepah kelapa sawit yaitu sebesar 45.657 (m²/g), karbon pelepah kelapa sawit yang telah diaktivasi yaitu sebesar 14.255 (m²/g), sedangkan karbon aktif disalut nanokitosan sebesar 57.057 (m²/g). Data BJH untuk luas permukaan karbon pelepah kelapa sawit yaitu sebesar 43.797 (m²/g), karbon pelepah kelapa sawit yang telah diaktivasi yaitu sebesar 15.385 (m²/g), dan karbon aktif disalut nanokitosan sebesar 46.699 (m²/g).

PEMBAHASAN

Karbonisasi Pelepah kelapa sawit

Karbonasi dilakukan pada suhu 600°C selama 60 menit untuk Proses karbonasi ini melibatkan dekomposisi bahan organik, penghilangan zat-zat pengotor non-karbon, penghilangan air dan komponen-komponen volatile dari tumbuhan, seperti oksidasi nitrogen dan oksida sulfur, serta pemurnian karbon dari pelepah kelapa sawit. Proses karbonasi dapat diketahui dari banyaknya asap yang dihasilkan, yang menunjukkan penguapan dari komponen organik. Penguraian bahan organik ini menghasilkan penguapan komponen-komponen volatile, sehingga terbentuklah ruang kosong dan struktur pori pada karbon. Ketika karbon sudah berubah menjadi warna hitam dan produksi asap sudah berkurang, itu menandakan bahwa proses karbonasi telah selesai dilakukan.

Aktivasi Karbon pelepah kelapa sawit

Dalam penelitian ini, metode aktivasi yang digunakan adalah aktivasi kimia. Aktivasi kimia memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan aktivasi fisika, seperti suhu aktivasi yang lebih rendah dan jumlah pori yang dihasilkan lebih banyak, sehingga luas permukaannya menjadi lebih besar. Bahan kimia yang digunakan dalam aktivasi ini adalah H₂SO₄. Menurut Asrijal A *et al.*, (2014), pemilihan asam sulfat sebagai aktivator dilakukan karena asam sulfat memiliki sifat sebagai agen dehidrasi (*dehydrating agent*) dan memiliki lebih banyak situs aktif dibandingkan dengan aktivator asam yang umum digunakan. Selain itu, asam sulfat juga memiliki kemampuan untuk membuka dan memperluas pori-pori dengan cara menghancurkan kotoran yang terdiri dari oksidasi-oksidasi logam.

Isolasi Kitosan dari Cangkang Kerang Hijau

Preparasi dilakukan dengan mencuci kering cangkang kerang hijau, menjemur dan menghaluskannya dengan grinder. Padatan yang diperoleh kemudian disaring dengan ayakan 200 mesh. Tujuan pengayakan ini adalah

untuk memperbesar permukaan partikel, sehingga meningkatkan kapasitas kitosan yang dihasilkan. Serbuk cangkang kerang hijau yang diperoleh memiliki warna krem.

Deproteinasi

Proses deproteinasi bertujuan untuk memisahkan protein dari serbuk cangkang kerang hijau menggunakan basa kuat, proses deproteinasi memiliki peranan penting dalam menghasilkan kitin berkualitas yang dapat disimpan dengan baik. Dengan memisahkan sebagian besar protein dari serbuk kerang hijau, kitin yang dihasilkan akan memiliki stabilitas yang lebih tinggi selama proses penyimpanan. Pada tahap ini, ketika serbuk kerang hijau dicampur dengan pelarut, terjadi peristiwa yang menghasilkan gelembung di permukaan larutan. Selain itu, larutan juga mengalami sedikit penebalan dan mendapatkan warna coklat kemerahan. Penebalan larutan ini mengindikasikan adanya kandungan protein pada serbuk kerang hijau yang terlepas dan berikatan dengan ion Na^+ dalam larutan, membentuk senyawa natrium proteinat. Selama proses deproteinasi, ujung rantai protein (poliamida) yang memiliki muatan negatif bereaksi dengan basa (NaOH), membentuk garam amino. Kitin yang dihasilkan kemudian dicuci dengan aquades dan dikeringkan, menghasilkan kitin berwarna krem kecoklatan.

Demineralisasi

Tahap demineralisasi merupakan proses pelarutan garam-garam mineral yang terdapat pada serbuk kerang hijau setelah proses deproteinasi. Pada tahap ini, serbuk kerang hijau yang telah melalui deproteinasi dilarutkan dalam larutan HCl 1 M dengan pemanasan pada suhu 80°C dan pengadukan selama 1 jam. Tujuan dari tahap ini adalah untuk menghilangkan garam mineral seperti CaCO_3 dan $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$. Kandungan mineral yang terdapat dalam cangkang kerang hijau perlu dikurangi karena dapat berdampak buruk pada kualitas kitosan yang dihasilkan (Dewi & Wiwiek Utami., 2006). Kandungan mineral yang tersisa dapat berikatan dengan ion OH^- pada tahap deasetilasi, yang dapat mengganggu proses pelepasan gugus asetil.

Deasetilasi

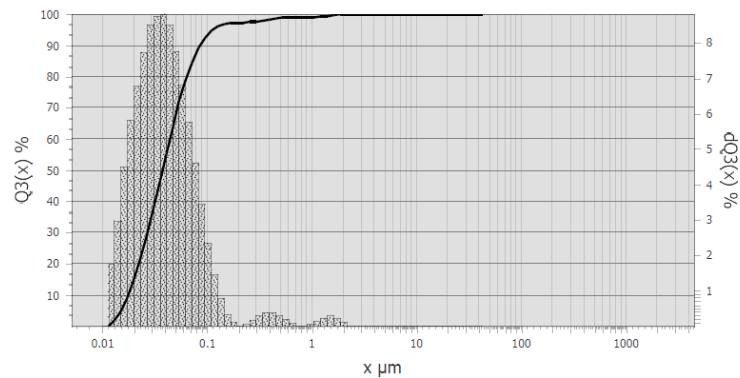
Tahap ini menggunakan NaOH pekat, Pemilihan konsentrasi NaOH 25% dipilih karena kondisi ini memungkinkan terjadinya reaksi hidrolisis amina dan pemutusan ikatan antara gugus asetil dengan atom nitrogen secara efektif. Pada tahap deasetilasi larutan menunjukkan kekeruhan yang disebabkan

oleh terbentuknya natrium asetat dalam larutan. Kekeruhan ini terjadi karena adanya reaksi adisi di mana ion OH^- memasuki gugus NHCOCH_3 pada kitin. Selanjutnya, terjadi eliminasi gugus CH_3COO , sehingga menghasilkan amina, yaitu kitosan (Widyanti, A. P., 2009).

Karakterisasi Kitosan dan Karbon Aktif

Karakterisasi Kitosan dengan PSA

Berdasarkan gambar 1 peneliti menggunakan uji *Particle size analyzer* (PSA) bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel pada nanopartikel kitosan, yang akan ditampilkan sebagai berikut:

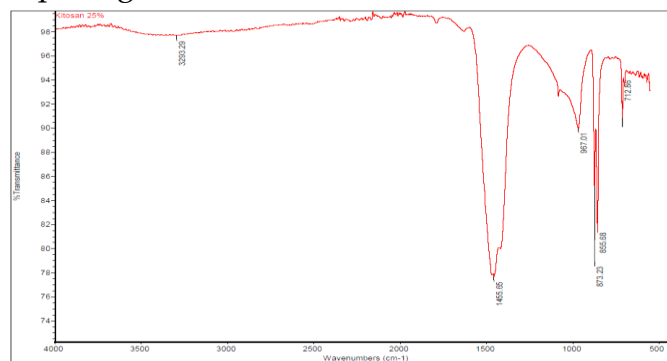


Gambar 1 Ukuran partikel dari nanokitosan cangkang kerang hijau

Pada analisa *Particle Size Analyzer* (PSA) dari nanokitosan cangkang kerang hijau didapatkan ukuran partikel yaitu 63,59 nm. Hasil ini sesuai dengan ukuran nanopartikel yang berada diantara 1-100 nm (Lembang E.Y., 2013).

Karakterisasi Kitosan dengan FTIR

Hasil analisis spektrum FTIR menunjukkan serapan yang mengindikasikan keberadaan beberapa gugus fungsi dalam sampel, termasuk yang berasal dari kitosan dan gugus fungsi yang berasal dari pengotor yang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya. Spektrum FTIR kitosan cangkang kerang hijau ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2 Spektrum FTIR Kitosan Cangkang Kerang Hijau

Berdasarkan gambar 2 tersebut menunjukkan serapan kitosan cangkang kerang hijau pada beberapa bilangan gelombang, untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang ada pada kitosan. Dari spektrum FTIR tersebut didapatkan beberapa *peak* pada bilangan gelombang yang berbeda-beda, hal ini menunjukkan bahwa adanya gugus fungsional yang berbeda. Pada bilangan gelombang 3293.29 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi peregangan gugus N-H yang diidentifikasi sebagai amina primer. Pada bilangan gelombang 1455,65 cm^{-1} menunjukkan serapan kuat dan tajam diduga adanya gugus fungsi C-H yang diidentifikasi sebagai alkana. Dengan adanya gugus $-\text{NH}_2$ maka kitosan yang dihasilkan akan dapat diaplikasikan karena $-\text{NH}_2$ terlibat dengan interaksi dengan logam dan memainkan peran penting dalam berbagai aplikasi kitosan. Dengan adanya gugus C-H pada kitosan maka C-H berfungsi sebagai bagian dari struktur dasar polimer dan memberikan kontribusi terhadap sifat fisik dan kimia kitosan seperti stabilitas, kelarutan, dan interaksi dengan molekul lain. Interaksi gugus C-H pada kitosan juga dapat membantu menjaga kitosan terikat dengan kuat pada permukaan karbon aktif sehingga mencegahnya lepas selama proses adsorpsi (Rinaudo, M., 2006).

Karakterisasi Adsorben karbon aktif pelepah sawit disalut nanokitosan cangkang kerang hijau dengan BET

Analisis ini dilakukan untuk mengukur luas area permukaan dari sampel karbon aktif yang diperoleh dari hasil penelitian. Luas area permukaan adalah parameter kunci dalam mengevaluasi kualitas adsorben dan mengamati perubahan yang terjadi pada karbon aktif setelah penambahan nanopartikel kitosan. Luas permukaan dari adsorben adalah salah satu faktor utama yang memengaruhi kemampuan adsorpsi. Dalam teori dijelaskan semakin besar luas area permukaan suatu adsorben, semakin besar kapasitas atau kemampuan adsorpsinya (Kurniawan.R *et al.*,2007).

Tabel 1 Sifat Pori Adsorben Analisa BET

No	Jenis sampel	Hasil Analisis			
		Luas Permukaan		Volume Pori (cm^3/g)	Ukuran Rata-rata Pori (nm)
		BET(m^2/g)	BJH(m^2/g)		
1	Karbon	45.657	43.797	0,055	4.824
2	Karbon Aktif	14.255	15.385	0.040	11.095

3	Karbon Aktif disalut nanokitosan	57.057	46.699	0.070	4.906
---	----------------------------------	--------	--------	-------	-------

Sumber : Data diolah oleh penulis, 2023

Berdasarkan tabel hasil analisis BET diatas ditunjukkan bahwa luas permukaan karbon pelepah kelapa sawit yaitu sebesar 45.657 (m²/g), karbon pelepah kelapa sawit yang telah diaktivasi yaitu sebesar 14.255 (m²/g), sedangkan karbon aktif disalut nanokitosan sebesar 57.057 (m²/g). Data BJH untuk luas permukaan karbon pelepah kelapa sawit yaitu sebesar 43.797 (m²/g), karbon pelepah kelapa sawit yang telah diaktivasi yaitu sebesar 15.385 (m²/g), dan karbon aktif disalut nanokitosan sebesar 46.699 (m²/g). Maka berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa luas permukaan karbon aktif pelepah kelapa sawit mengalami peningkatan setelah disalut dengan nanokitosan. Dimana luas permukaan mengalami peningkatan dari 14.255 (m²/g) menjadi 57.057 (m²/g).

Penambahan nanokitosan ke karbon aktif pelepah kelapa sawit meningkatkan jumlah pori pada permukaan adsorben, meninggalkan sejumlah besar ruang kosong. Volume pori yang paling besar terdapat dalam karbon aktif disalut nanokitosan yaitu sebesar 0,070 (cm³/g) dengan diameter pori sebesar 4.906 nm. Semakin besar ukuran luas permukaan kitosan dengan mengubahnya menjadi nano partikel dan digunakan untuk menutupi karbon aktif, maka semakin besar daya adsorpsinya. Hal tersebut terlihat dengan peningkatan luas permukaan dan volume pori karbon awal dengan yang disalut nanokitosan.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Preparasi kitosan yang dilakukan berhasil dengan didapatkan ukuran partikel yaitu 63,59 nm, Hasil ini sesuai dengan ukuran nanopartikel yang berada diantara 1-100 nm. Dimana pengujian menggunakan karakterisasi PSA
2. Karakterisasi kitosan menggunakan FTIR berhasil, ditandai dengan adanya gugus fungsi N-H milik kitosan pada bilangan gelombang 3293.29 cm⁻¹.
3. Adsorben mengalami peningkatan luas permukaan dan volume pori sesuai hasil karakterisasi BET yakni luas permukaan karbon aktif sebesar 14.255 m²/g, dan setelah disalut nanokitosan luas permukaannya 57.057

m²/g. Volume pori karbon juga mengalami perubahan yaitu karbon sebesar 0.055 cm³/g, karbon aktif sebesar 0.040 cm³/g dan karbon aktif disalut nanokitosan sebesar 0.070 cm³/g.

PENELITIAN LANJUTAN

Penelitian selanjutnya dilakukan proses desorpsi dengan H₃PO₄ setelah proses adsorpsi Fe(III) karena data hasil dari BET ditemukan ukuran pori semakin membesar saat proses desorpsi dengan gas (N₂).

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing dan kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan untuk kelancaran penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Asrijal, A., Chadijah, S., & Aisyah, A. (2014). Variasi konsentrasi aktivator asam sulfat (H₂SO₄) pada karbon aktif ampas tebu terhadap kapasitas adsorpsi logam timbal. *Al-Kimia*, 2(1), 33-44.

Badan pusat statistic (BPS)., (2021) `Statistika kelapa sawit Indonesia

Dewi, Wiwiek Utami. 2006. Optimasi Sintesis Kitosan dan Studi Awal Pemanfaatannya sebagai Adsorben Logam Cu (II) pada Air Limbah. Skripsi. Depok : Departemen Teknik Gas dan Petrokimia Universitas Indonesia

Handayani, M., Sulistiyono, E., Firdiyono, F., & Fajariani, E. N. (2018). Synthesis Of Calcite Nano Particles From Natural Limestone Assisted With Ultrasonic Technique. In Iop Conference Series: Materials Science And Engineering (Vol. 333, No. 1, P. 012043). *Iop Publishing*.

Handika, G., Maulina, S. and Mentari, V.A., (2017) .Karakteristik Karbon Aktif Dari Pemanfaatan Limbah Tanaman Kelapa Sawit Dengan Penambahan Aktivator Natrium Karbonat (Na₂co₃) Dan Natrium Klorida (NaCl)`, *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(4), pp.41-44.

Ismi, N., Sari, I. S., & Riza, M. (2018). Pemanfaatan Pelepah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pembuatan Nitroselulosa Melalui Reaksi Nitrifikasi.

Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan, 1(1)

Muhlis, H., Pradana, A. D., & Leoangraini, U. (2021). Pemurnian Kitosan Hasil Fermentasi Limbah Cangkang Kepiting Menggunakan Pelarut Asam Asetat. *Fluida*, 14(2), 57-64.

Rahayu, R., Tanasale, M. F., & Bandjar, A. (2020). Isoterm Adsorpsi Ion Cr (Iii) Oleh Kitosan Hasil Isolasi Limbah Kepiting Rajungan Dan Kitosan Komersil. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 8(1), 28-34

Widyanti, A. P. (2009). Pemanfaatan kitosan dari cangkang rajungan pada proses adsorpsi logam nikel dari larutan NiSO₄. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.