



Potensi Limbah Kulit Udang dan Cangkang Kepiting Sebagai *Chitosan Polymer Medium* (CPM)

Hafidya Norista Pramesti*, Yayok Suryo Purnomo, Aussie Amalia

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: hafidya99@gmail.com

Diterima: 16 April 2022

Disetujui: 24 Oktober 2022

Diterbitkan: 31 Oktober 2022

Kata Kunci:

Cangkang Kepiting, Kulit Udang,
Chitosan Polymer Medium (CPM)

ABSTRAK

Limbah cangkang kepiting dan kulit udang memiliki kandungan kitin yang dinilai berpotensi menjadi *Chitosan Polymer Medium* (CPM) sebagai bahan pelapis masker untuk menyisihkan zat toksik pada asap rokok. Bahaya yang sudah diidentifikasi memerlukan beberapa langkah pengendalian ke titik yang aman. Cara yang dapat digunakan untuk mengendalikan bahaya asap rokok adalah dengan menggunakan masker. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik CPM cangkang kepiting dan kulit udang yang berguna sebagai CPM. Analisis yang digunakan adalah *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui karakteristik, dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui struktur dan derajat deasetilasi. Hasil terbaik yang didapatkan dari penelitian ini adalah *Chitosan Polymer Medium* (CPM) kulit udang dengan diameter pori-pori $\pm 0,31 \mu\text{m} - 0,33 \mu\text{m}$ dengan kerapatan tinggi dan derajat deasetilasi sebesar 82,10%.

Received: 16 April 2022

Accepted: 24 October 2022

Published: 31 October 2022

Keywords:

Crab Shell, Shrimp Shell, Chitosan
Polymer Medium (CPM)

ABSTRACT

Crab shell and shrimp shell waste contains chitin which is considered to have the potential to become *Chitosan Polymer Medium* (CPM) as a mask coating material to remove toxic substances in cigarette smoke. Hazards that have been identified require several control measures to a point of safety. The way that can be used to control the dangers of cigarette smoke is to use a mask. Therefore, this study aims to determine the CPM characteristics of crab shells and shrimp shells that are useful as CPM. The analysis used is *Scanning Electron Microscope* (SEM) to determine the characteristics, and *Fourier Transform Infrared* (FTIR) to determine the structure and degree of deacetylation. The best results obtained from this study were *Chitosan Polymer Medium* (CPM) shrimp shells with a pore diameter of $\pm 0.31 \text{ m} - 0.33 \text{ m}$ with a high density and a degree of deacetylation of 82.10%.

1. PENDAHULUAN

Kitosan ditemukan sebagai zat eksoskeleton pada udang, kepiting, lobster, dan serangga, dan merupakan bahan terbanyak kedua setelah selulosa. (Pradianta, 2016). Cangkang udang memiliki konsentrasi kitin dari 42 persen hingga 57 persen. Kitin adalah sakarida mukopolimer terkait dengan garam anorganik, terutama kalsium karbonat (CaCO_3), protein, dan lipid, termasuk warna, dalam kulit udang. Kepiting hijau (*Scylla serrate*) dan kepiting biru (*Portunus pelagicus*) memiliki kandungan kitin sebesar 16,7% (kaki), 11,67% (karapas), dan 10,42 persen (cakar) pada cangkangnya (Dali et al., 2016). Kitosan mengandung sejumlah besar gugus amino dan hidroksil, yang memiliki keunggulan adsorpsi, regenerasi, dan perlindungan lingkungan yang baik (Yi et al., 2020). *Chitosan Polymer Medium* (CPM), yaitu kitosan dengan ukuran polimer yang lebih kecil dibandingkan kitosan polimer

besar, merupakan salah satu bentuk turunan dari kitosan. CPM dibuat dari serbuk kitosan yang dilarutkan dengan asam asetat dan aquadest, kemudian dilakukan sizing menggunakan magnetic stirrer untuk memperpendek polimer kitosan (Mardani, 2015).

Indonesia telah melakukan penelitian tentang penggunaan kitosan sebagai pereduksi bahan kimia berbahaya. Kadar gas NO_2 dapat dikurangi hingga 11,8020g/gram menggunakan kitosan silika amobil Griess Saltzman sebagai adsorben dalam pemantauan gas NO_2 (Pradianta, 2016). Kemudian penelitian tentang pemanfaatan *Chitosan Polymer Medium* (CPM) sebagai pereduksi asap rokok dan asap kendaraan yang memiliki efektifitas penurunan 10,5% pada konsentrasi CPM 1% (Mardani, 2015). Serta penelitian tentang kitosan sebagai super sorben pada rokok guna mereduksi nikotin dan tar bagi perokok memiliki efektifitas penurunan sebesar 12% (Hakim, 2013).

Merokok adalah kebiasaan manusia dalam skala global yang sangat besar. Setiap tahun, sekitar $5,4 \times 10^{12}$ batang rokok diproduksi, dijual, dan dihisap. Sementara jumlah perokok di belahan bumi barat (Amerika Utara dan Eropa) menurun, perokok di Eropa Timur dan kawasan Asia-Pasifik bertanggung jawab atas angka pertumbuhan tahunan sekitar 1 – 2%. Pasar tunggal terbesar di dunia adalah Cina, di mana sekitar 40% dari semua rokok diproduksi dan dihisap (Bernhard, 2011).

Menurut Permenkes. No 28 tahun 2013 dikatakan bahwa rokok adalah salah satu produk tembakau yang dimaksudkan untuk dibakar, dihisap dan/atau dihirup termasuk rokok kretek, rokok putih, cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman *nicotiana tabacum*, *nicotiana rustica*.

Rokok memiliki dua arus asap, yaitu arus utama dan arus samping. Arus utama adalah asap rokok yang dihisap oleh perokok sedangkan asap arus samping adalah yang dilepaskan ke lingkungan sekelilingnya yang memungkinkan dihirup oleh orang lain yang berada pada lingkungan tersebut (Ibadurrohman, 2008). Dari hasil sebuah penelitian, didapatkan data bahwa polutan lebih banyak terdapat pada asap arus samping daripada asap arus utama. Inilah alasan mengapa dampak negatif dari rokok lebih banyak dirasakan oleh perokok pasif (Miah, 2017).

Angka penggunaan tembakau yang didominasi oleh laki-laki selama dekade terakhir ini, menempatkan Indonesia di antara negara-negara dengan tingkat penggunaan tembakau tertinggi di dunia (Farihah et al., 2021). World Health Organization (WHO) (2020) menyebutkan bahwa Indonesia memiliki 60,8 juta perokok laki-laki dewasa dan 3,7 juta perokok perempuan dewasa, serta terdapat 3,8 juta kematian yang diakibatkan oleh polusi asap rokok. Asap rokok utama merupakan asap rokok yang dihasilkan dari hisapan perokok aktif yang mengandung 25% kadar bahan berbahaya, sedangkan asap rokok samping merupakan asap rokok dari pembakaran rokok yang terhirup oleh perokok pasif yang mengandung 75% kadar bahan berbahaya (Nurjanah et al., 2014). Paparan asap rokok pada perokok pasif bisa memiliki dampak yang lebih buruk karena zat yang dihirup 4-6 kali lebih besar dari kadar yang dihirup oleh perokok aktif (Umar & Rachmiyani, 2021). Nikotin merupakan zat berbahaya dalam rokok. Nikotin (β -pyridil- α -N-methyl pyrrolidine) adalah senyawa kimia organik yang termasuk dalam golongan alkaloid (Alegantina, 2018), senyawa ini dihasilkan secara alami pada berbagai macam tumbuhan. Nikotin terdapat dalam *Nicotiana tabacum*, *Nicotiana tustica* dan spesies lainnya atau sintetisnya yang bersifat adiktif dapat mengakibatkan ketergantungan (Novitasari, 2017). Risiko paparan asap rokok apabila terhirup dapat menyebabkan iritasi parah pada saluran pernafasan, gejala yang ditimbulkan sakit kepala, pusing, mual, sesak nafas, batuk dan insomnia (Mardani, 2015).

Bahaya yang sudah diidentifikasi memerlukan beberapa langkah pengendalian ke titik yang aman. Cara yang dapat digunakan untuk mengendalikan bahaya asap rokok adalah dengan menggunakan masker. Masker dapat digunakan sebagai penangkal zat-zat berbahaya pada asap rokok yang masuk ke dalam tubuh (Wahyuni & Kurniawati, 2021).

Selain itu, efektivitas masker dalam mencegah menghirup Particulate Matter (PM) telah berhasil diuji dan penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa ada hasil positif langsung pada tekanan darah dan detak jantung (Hansstein & Echeagaray, 2018).

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, penelitian lebih lanjut tentang limbah kulit udang yang memiliki kandungan kitin tinggi sebagai Chitosan Polymer Medium (CPM). Analisis yang digunakan adalah Scanning Electron Microscope (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaan, bentuk dan ukuran sampel Chitosan Polymer Medium (CPM) dan Fourier Transform Infrared (FTIR) untuk mengetahui struktur dan derajat deasetilasi Chitosan Polymer Medium (CPM) (Mardani, 2015). Sehingga peneliti berinisiatif melakukan penelitian tentang Potensi Limbah Kulit Udang dan Cangkang Kepiting sebagai Chitosan Polymer Medium (CPM).

2. METODE

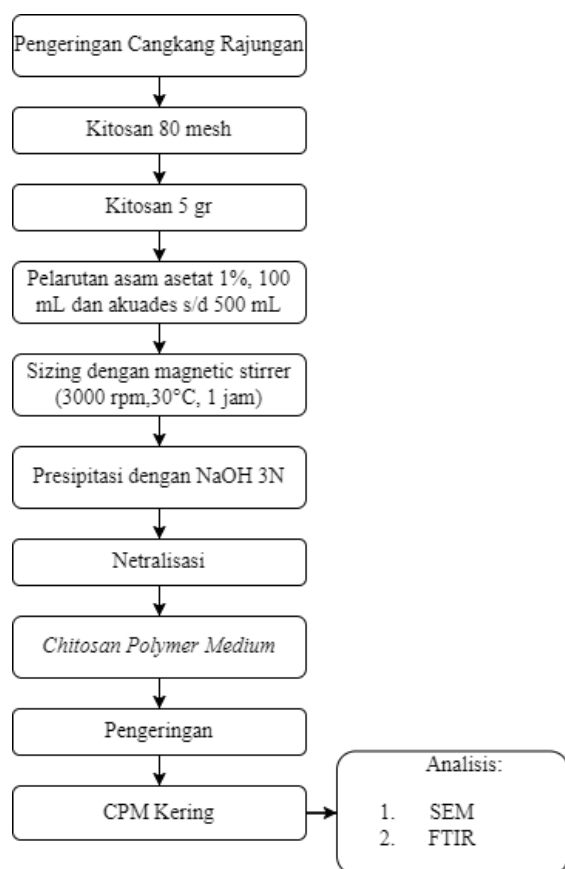
2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah Oven, Grinder, Magnetic stirrer, Penyaring 80 mesh, Botol spray, Timbangan digital, FTIR merk Bruker IR Prestige-37, *Scanning Electron Microscope* (SEM) SU3500 HITACHI. Sedangkan bahan yang digunakan adalah Limbah cangkang kepiting, Limbah kulit udang, Masker kain komersil, Asam asetat 1%, NaOH 3N, Aquades.

2.2 Proses Penelitian

Penelitian yang pertama yaitu tahap persiapan serta pembuatan kitosan. Tahap pembuatan kitosan ini meliputi beberapa proses mulai dari persiapan alat, preparasi bahan baku sampai berubah karakteristik fisiknya menjadi kitosan yang biasa ditemukan (komersil). Cangkang kulit udang sebagai bahan baku pembuatan kitosan terlebih dahulu dipotong hingga berukuran kecil. Kemudian proses pengeringan di bawah sinar matahari selama 3 x 24 jam untuk menurunkan kadar air pada bahan baku tersebut sampai berat cangkang kepiting dan kulit udang konstan dan tidak ada penurunan. Proses penyaringan menggunakan saringan 80 mesh dan dilanjutkan dengan pembuatan kitosan yang telah melewati proses deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi.

Kitosan 5 gram dilarutkan dalam asam asetat 1% sebanyak 100 mL ditambah akuades s/d 500 mL dilakukan sizing dengan menggunakan magnetic stirrer selama 1 jam pemotongan polimer kitosan menjadi lebih pendek. Proses selanjutnya adalah presipitasi dengan penambahan NaOH 3N 100 mL, dilanjutkan netralisasi dengan aquades, pengeringan CPM dilakukan dengan cara pengovenan. Alur proses pembuatan Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting, Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran dalam penelitian ini terdapat pada **Gambar 1**.



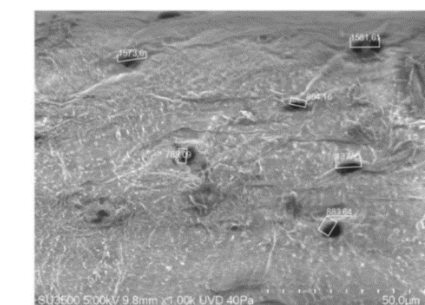
Gambar 1. Diagram Proses Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Morfologi Chitosan Polymer Medium (CPM)

Permukaan Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting, Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran dapat dilihat menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) untuk mengetahui morfologi yang meliputi bentuk dan ukuran dari pori Chitosan Polymer Medium (CPM). Pengamatan SEM Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting, kulit udang, dan campuran dengan perbesaran seribu kali dapat dilihat pada Gambar 2.

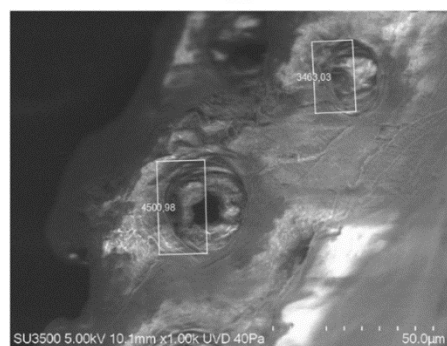
Berdasarkan Gambar 2 pada uji SEM perbesaran seribu kali sampel Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting, Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran, menunjukkan bahwa masing-masing jenis CPM memiliki diameter dan kerapatan pori-pori yang berbeda. Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting memiliki diameter pori-pori $\pm 0,79 \mu\text{m} - 1,57 \mu\text{m}$ dengan kerapatan sedang dan letak pori menyebar.



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Hasil SEM Chitosan Polymer Medium (CPM) Cangkang Kepiting, Chitosan Polymer Medium (CPM) Kulit udang, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) Campuran Perbesaran Seribu Kali

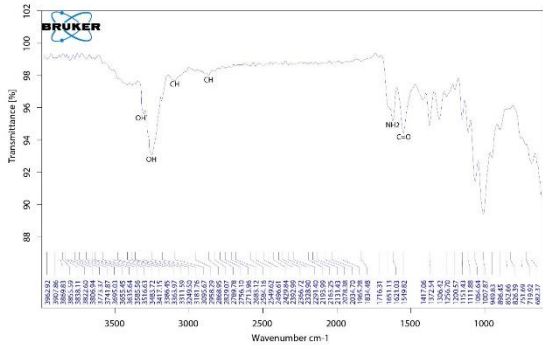
Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang memiliki diameter pori-pori $\pm 0,31 \mu\text{m} - 0,33 \mu\text{m}$ dengan kerapatan tinggi, sehingga luas penampang untuk mengadsorpsi adsorbat lebih banyak. Sedangkan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran, memiliki diameter pori-pori yang paling lebar jika dibandingkan dengan CPM cangkang kepiting dan kulit udang, yaitu $\pm 3,5 \mu\text{m} - 4,5 \mu\text{m}$. Namun pada Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran memiliki kerapatan pori yang relatif rendah. Hal ini dapat dilihat bahwa jarak antar pori berjauhan.

Pembentukan dan penambahan pori baru pada permukaan Chitosan Polymer Medium (CPM) disebabkan oleh penggunaan asam asetat dan NaOH pada proses pembuatan CPM (Nurlaeli et al., 2014). Sehingga meningkatkan kapasitas adsorbansi atau kemampuan jerat dari adsorben terhadap adsorbat. Magnetic stirrer digunakan untuk mengurangi ukuran CPM selama proses pembuatan. Menurut teori kinetik molekul gas, molekul gas sering bertabrakan dan bereaksi satu sama lain. Jumlah tumbukan molekul per detik, atau frekuensi tumbukan molekul, akan berbanding lurus dengan laju reaksi. Semakin besar intensitas molekul pelarut

yang bersentuhan dengan kitosan, semakin kecil partikel yang terbentuk; karenanya, semakin tinggi kecepatan putaran pada pengaduk magnet, semakin kecil partikel yang dibuat (Erlina. et al., 2015).

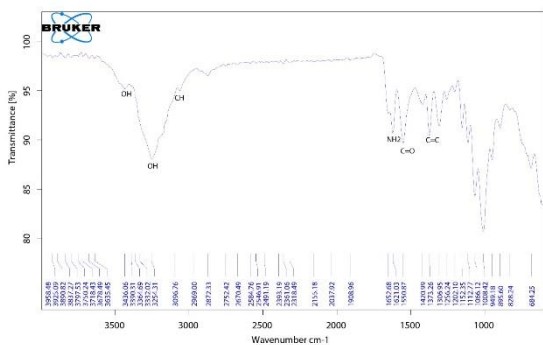
3.2 Gugus Fungsi dan Derajat Deasetilasi

Analisis gugus fungsi menggunakan Fourier Transform Infra Red Spectrometry (FTIR) mendapatkan hasil Spektrum IR Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting pada **Gambar 3**, Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang pada **Gambar 4**, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran yang pada **Gambar 5**.



Gambar 3. Hasil Spektrum IR Chitosan Polymer Medium (CPM) Cangkang Kepiting

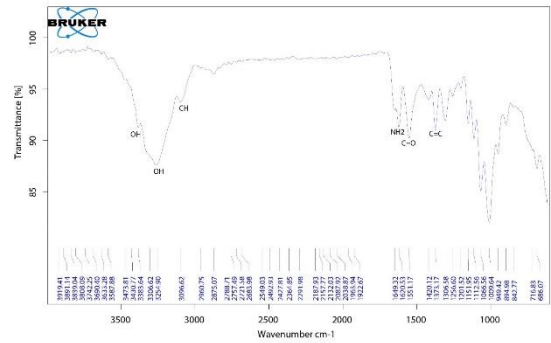
Berdasarkan Spektrum IR Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting pada Gambar 3 terdapat gugus fungsi hidroksil (OH) dengan intensitas bervariasi melebar kuat sebanyak dua peak yang berada pada bilangan gelombang 3249,50/cm dan 3311,59/cm, gugus fungsi metil (CH) dengan intensitas lemah berukuran dua peak yang berada pada bilangan gelombang 3095,67/cm dan 2869,95/cm. Pada bilangan gelombang 1651,13/cm terdapat pita tajam yang khas untuk gugus fungsi amida (NH2) dengan intensitas bervariasi sedang dan pada bilangan gelombang 1549,82/cm terdapat pita serapan untuk ikatan C=O dengan intensitas bervariasi sedang.



Gambar 4. Hasil Spektrum IR Chitosan Polymer Medium (CPM) Cangkang Udang

Berdasarkan Spektrum IR Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang udang pada Gambar 4 terdapat gugus fungsi hidroksil (OH) dengan intensitas bervariasi melebar kuat sebanyak dua peak yang berada pada bilangan gelombang 3254,31/cm dan 3390,31/cm, gugus fungsi metil (CH) dengan intensitas lemah yang berada pada bilangan gelombang 2969,00/cm. Pada bilangan gelombang 1621,03/cm terdapat pita tajam yang khas untuk gugus fungsi amida (NH2) dengan intensitas bervariasi sedang. Pada bilangan gelombang

1550,87/cm terdapat pita serapan untuk ikatan C=O dengan intensitas bervariasi sedang. Pada bilangan 1373,26/cm terdapat gugus fungsi aromatik (C=C).



Gambar 5. Hasil Spektrum IR Chitosan Polymer Medium (CPM) Cangkang Campuran

Berdasarkan Spektrum IR Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting pada Gambar 5 terdapat gugus fungsi hidroksil (OH) dengan intensitas bervariasi melebar kuat sebanyak dua peak yang berada pada bilangan gelombang 3430,77/cm dan 3254,90/cm, gugus fungsi metil (CH) dengan intensitas lemah yang berada pada bilangan gelombang 3096,62/cm. Pada bilangan gelombang 1620,53/cm terdapat pita tajam yang khas untuk gugus fungsi amida (NH2) dengan intensitas bervariasi sedang dan pada bilangan gelombang 1551,17/cm terdapat pita serapan untuk ikatan C=O dengan intensitas bervariasi sedang. Pada bilangan 1420,12/cm terdapat gugus fungsi aromatik (C=C).

Spektrum inframerah digunakan untuk menentukan derajat deasetilasi CPM. Frekuensi yang digunakan bervariasi antara 4000 cm-1 dan 400 cm-1. Pendekatan dasar Moore dan Roberts digunakan untuk menentukan derajat deasetilasi CPM (Bastaman, 1989). Adapun rumus yang digunakan yaitu:

$$DD = 100 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{100}{1,33} \right) \tag{1}$$

Keterangan

- A1655 = bilangan gelombang gugus amida (1650/cm – 1500/cm)
- A3450 = bilangan gelombang gugus amina primer (3500/cm – 3200/cm)

Berdasarkan perhitungan metode baseline nilai derajat deasetilasi Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting, Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran yang dibandingkan dengan syarat derajat deasetilasi kitosan terdapat pada **Tabel 1**.

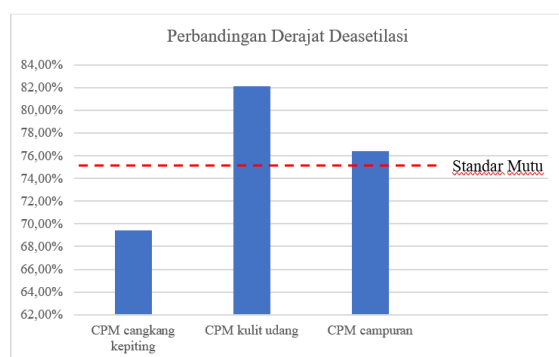
Tabel 1. Derajat Deasetilasi Chitosan Polymer Medium (CPM) Cangkang Kepiting, Chitosan Polymer Medium (CPM) Kulit Udang, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) Campuran

| Jenis CPM | Derajat Deasetilasi (%) | |
|-------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| | Hasil Analisis | Standar Mutu Kitosan (GRAS, 2012) |
| Cangkang Kepiting | 69,45 | 75-95 |
| Kulit Udang | 82,10 | |
| Campuran | 76,41 | |

Sumber: Hasil Analisa, 2022

Derajat deasetilasi (DD) adalah metrik untuk pelepasan gugus asetil dari kitin. Derajat deasetilasi kitosan penelitian ini adalah Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting sebesar 69,45%, Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang sebesar 82,10%, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran 76,41%. Standar mutu kitosan yang telah ditetapkan yaitu 75-95% (GRAS, 2012). Perbandingan nilai derajat deasetilasi Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting, Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran dengan standar mutu kitosan terdapat pada Gambar 6.

Berdasarkan grafik Gambar 6, nilai derajat deasetilasi Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran sudah memenuhi standar mutu kitosan, yaitu $\geq 75\%$. Namun, nilai derajat deasetilasi Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting belum sesuai dengan standar mutu kitosan yang ditetapkan. Hal ini disebabkan karena kandungan mineral cangkang kepiting 53,70 % - 78,40 % lebih banyak dari kandungan mineral cangkang udang 45-50 %, maka derajat deasetilasi dari cangkang kepiting lebih rendah dibandingkan dengan cangkang udang (Mursida et al., 2018).



Gambar 6. Perbandingan nilai derajat deasetilasi Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting, Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang, dan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian, Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting memiliki diameter pori-pori $\pm 0,79 \mu\text{m}$ – $1,57 \mu\text{m}$ dengan kerapatan sedang dan letak pori menyebar. Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang memiliki diameter pori-pori $\pm 0,31 \mu\text{m}$ – $0,33 \mu\text{m}$ dengan kerapatan tinggi. Sedangkan Chitosan Polymer Medium (CPM) campuran, memiliki diameter pori-pori yang paling lebar jika dibandingkan dengan CPM cangkang kepiting dan kulit udang, yaitu $\pm 3,5 \mu\text{m}$ – $4,5 \mu\text{m}$ dengan kerapatan pori yang relative rendah. Sehingga yang memiliki daya adsorb paling tinggi adalah Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang. Gugus fungsi dan derajat deasetilasi Chitosan Polymer Medium (CPM) cangkang kepiting sebesar 69,45%, kulit udang sebesar 82,10%, dan campuran 76,41%. Sehingga yang paling bagus jika dibandingkan dengan standar uji adalah Chitosan Polymer Medium (CPM) kulit udang.

DAFTAR PUSTAKA

- P. P. R. I. N. (2012). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 109 Tahun 2012 Tentang Pengamanan Bahan Yang Mengandung Zat Adiktif Berupa Produk Tembakau Bagi Kesehatan*. 66, 37–39.
- Alegantina, S. (2018). Penetapan Kadar Nikotin dan Karakteristik Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum L.*). *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan*, 1(2), 113–119.
- Bastaman, S. (1989). *Studies on degradation and extraction of Chitin and Chitosan from prawn shells, and the queens*. University of Bfelas.
- Bernhard, D. (2011). *Principles and Practice of Mixtures Toxicology Toxikologie Endogenous Toxins Toxikologie Public Health Advocacy and Tobacco Control Handbook of Chinese Medicinal Plants*.
- Dali, S., Safitri, N. R. D., & Fawwaz, M. (2016). Isolasi Kitosan Dari Limbah Cangkang Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) Dan Aplikasinya Terhadap Penyerapan Trigliserida. *Jurnal Ilmiah As-Syifaa*, 8(2), 20–27.
- Erlina., Umiatin., dan, & Budi, E. (2015). Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Cu. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, IV(2), 55–60.
- Fariyah, N. U., Sumeru, K., Refrigerasi, T., Bandung, P. N., & Kunci, K. (2021). *Pengaruh Asap Rokok pada Konsentrasi Partikulat PM 10 di Dalam Rumah*. 4–5.
- GRAS. (2012). *Chitoclear® shrimp-derived chitosan: food usage conditions for general recognition of safety*. GRAS.
- Hakim, L. (2013). *Super Sorben Kitosan Pada Rokok Sebagai*.
- Hansstein, F. V., & Echeharay, F. (2018). Exploring motivations behind pollution-mask use in a sample of young adults in urban China. *Globalization and Health*, 14(1), 1–10.
- Ibadurrohman, M. (2008). *Rekayasa Alat Untuk Purifikasi Udara dari Polutan Asap Rokok Menggunakan Katalis Komposit TiO₂-Karbon Aktif*. 1–77.
- Mardani, I. (2015). *Masker Chitosan Polymer Medium Pereduksi Asap Rokok Dan Emisi Kendaraan Bermotor*.
- Miah, S. R. I. (2017). *Studi Tentang Pengaruh Paparan Asap Rokok Dengan Biofilter Berbahan Biji Kurma (Phoenix Dactalifera) Dan Biofilter Berbahan Kulit Delima (Punica Granathum Linn) Terhadap Histologi Jantung Mencit (Mus musculus)*.
- Mursida, Tasir, & Sahriawati. (2018). Efektifitas Larutan Alkali pada Proses Deasetilasi. *Jphpi*, 21(2), 356–366.
- Novitasari, P. I. (2017). Rancangan Media Permainan Board Game untuk Menyampaikan Informasi Bahaya Asap Rokok pada Anak Usia 9-12 Tahun. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Nurjanah, Kresnowati, L., & Mufid, A. (2014). Gangguan Fungsi Paru Dan Kadar Cotinine Pada Urin Karyawan Yang Terpapar Asap Rokok Orang Lain. *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(1), 43–52.
- Pradianta, L. A. (2016). *Preparasi Kitosan Silika Terimobilisasi Griess Saltzman Sebagai Adsorben Dalam Pengambilan Sampel Gas No2. Cl*.
- Umar, A., & Rachmiyani, I. (2021). Hubungan Wanitahamil Perokok Pasif Dengan Kejadian Berat Badan Lahir Rendah. 6, 231–237.
- Wahyuni, D., & Kurniawati, Y. (2021). Pengaruh Penggunaan

- Alat Pelindung Diri Terhadap Terjadinya Gejala Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) pada Pegawai Dinas Perhubungan Kota Jakarta Timur. *Jurnal Ilmiah Kesehatan, 13(1)*, 73–84.
- WHO. (2020). *Menaikkan Harga Cukai dan Harga Produk Tembakau untuk Indonesia Sehat dan Sejahtera*. 1--30.
- Yi, Z., Huajie, L., Mingchun, L., & Meihua, X. (2020). Adsorption of aniline on aminated chitosan/graphene oxide composite material. *Journal of Molecular Structure, 1209*, 127973.