

Pemanfaatan Kitosan Limbah Cangkang Rajungan sebagai *Spray* Antitoksik Pelapis Masker Pereduksi Asap Rokok

Nur Laili Alfiatun Mukharomah¹, Hafidya Norista Pramesti¹, Nizar Muflih Nuruddin¹, Santika Octaviana Putri Br Purba¹, Yayok Suryo Purnomo^{1*} dan Achmad Gufron²

¹ Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

² Program Studi Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

Email Korespondensi: yayoksuryo@gmail.com

Kata Kunci:

cangkang rajungan, Chitosan Polymer Medium (CPM), masker, nikotin, *spray coating*

Keyword:

rajungan shell, Chitosan Polymer Medium (CPM), mask, nicotine, *spray coating*

ABSTRAK

Paparan asap rokok pada perokok pasif berdampak buruk karena zat yang dihirup 4-6 kali lebih besar dari kadar yang dihirup oleh perokok aktif. Nikotin adalah zat berbahaya dalam rokok yang dapat menyebabkan penyakit pernapasan. Limbah cangkang rajungan di Indonesia sangat melimpah dan memiliki kandungan kitin 50%-60%. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai masker antitoksik yang dilapisi dengan Chitosan Polymer Medium (CPM) untuk reduksi nikotin menggunakan metode *spray coating*. Variasi variabel CPM adalah konsentrasi 10.000 ppm, 20.000 ppm, 30.000 ppm, 40.000 ppm, dan 50.000 ppm dengan volume penyemprotan 0,03 mL, 0,05 mL, dan 0,07 mL. Hasil yang diperoleh adalah derajat deasetilasi 69,45%, persen penyisihan nikotin 80,73%, dan kapasitas adsorpsi 4.9993 mg/g.

ABSTRACT

Exposure to cigarette smoke in passive smokers has a bad impact because the substances inhaled are 4-6 times greater than the levels inhaled by active smokers. Nicotine is a dangerous substance in cigarettes that can cause respiratory disease. Rajungan shell waste in Indonesia is very abundant and has a chitin content of 50%-60%. Thus, the purpose of this study was to determine the effectiveness of Rajungan Shell (*Portunus pelagicus*) as an antitoxic mask coated with Chitosan Polymer Medium (CPM) for nicotine reduction using the *spray coating* method. Variations in CPM variables were concentrations of 10,000 ppm, 20,000 ppm, 30,000 ppm, 40,000 ppm, and 50,000 ppm with a total of 3 sprays, 5 sprays, and 7 sprays. The results obtained were the degree of deacetylation 69.45%, percent nicotine removal 80.73%, and adsorption capacity of 4,9993 mg/g.

1. PENDAHULUAN

Pada Negara Indonesia penggunaan tembakau didominasi laki-laki selama dekade ini dicatat sebagai penggunaan tembakau tertinggi di dunia (Fariyah *et al.*, 2021). Menurut *World Health Organization* (WHO) tahun 2020, tercatat sebesar 3,8 juta kematian akibat polusi asap rokok, dengan 60,8 juta perokok pria dewasa dan 3,7 juta perokok wanita dewasa di Indonesia. Asap rokok dari perokok aktif mengandung 25% zat berbahaya dapat dikatakan sebagai asap rokok utama, sedangkan asap rokok yang terhirup oleh perokok pasif dan mengandung 75% zat berbahaya dikatakan sebagai asap rokok samping (Nurjanah *et al.*, 2014). Menurut Permenkes No. 28/MENKES/PER/II/2013, rokok merupakan salah satu produk tembakau yang dimaksudkan untuk dihisap, seperti rokok putih, rokok kretek, cerutu atau bentuk lainnya yang dihasilkan dari tanaman *Nicotiana Tabacum* dan *Nicotiana Rustica*.

Bentuk dan dimensi rokok bervariasi diantara budaya, mode, dan produsen yang berbeda dan berbagai format yang ada di pasaran. Rokok *king size* biasanya memiliki panjang total rokok 74 – 85 mm dan diameter sekitar 8 mm, biasanya mengandung 700 – 800 mg tembakau halus. Panjang filter berkisar antara 25 – 30 mm, tergantung merek dan kekuatan rokok. Selain itu, tersedia juga *format slim* dan *super slim* (Bernhard, 2011).

Nikotin (β -*Pyridil- α -N-Methyl Pyrrolidine*), molekul kimia organik yang merupakan anggota keluarga alkaloid, terdapat dalam rokok dalam jumlah yang berbahaya (Alegantina, 2018). Selain itu, merokok memiliki risiko yang dapat mendorong pertumbuhan kanker (Schaal & Chellappan, 2014) dan perkembangan kanker paru-paru yang dibawa oleh varian genetik CYP2B6 (Wassenaar *et al.*, 2013). Di hati, CYP2A6, UDP-*lucuronosyltransferase* dan *Monooxygenase* yang mengandung flavin memetabolisme lebih dari 80% nikotin yang dicerna (Alegantina, 2018). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 109 (2012), sebanyak

85 – 90% nikotin dimetabolisme sebelum dieliminasi melalui ekskresi ginjal.

Aliran darah yang mengandung zat berbahaya nikotin dapat memengaruhi berbagai bagian tubuh, seperti mempercepat denyut jantung (dapat mencapai 20 kali lebih cepat dalam satu menit dari keadaan normal), menurunkan suhu kulit sebanyak satu atau dua derajat karena penyempitan pembuluh darah kulit, dan menyebabkan hati melepaskan gula ke dalam aliran darah (Ristawati, 2019).

Limbah dari pengolahan rajungan sebagian besar berupa cangkang sebesar 70 – 80% sering dibuang atau hanya digunakan sebagai penyedap dalam pembuatan kerupuk, campuran pakan ternak, dan terasi. Limbah tersebut mencemari lingkungan karena dapat meningkatkan *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Cangkang rajungan mengandung protein (15,60% - 23,90%), kalsium karbonat (53,70% - 78,40%) dan kitin (18,70% - 32,20%) (Fochoer dkk., 1992). Berdasarkan pengamatan Das dkk. (1996) didapatkan bahwa kandungan kitin adalah 16,7% (kaki), 11,67% (karapas), dan 10,42% (cakar) pada rajungan hijau (*Scylla serrate*) dan rajungan biru (*Portunus pelagicus*) adalah 20,18% (kaki), 13,51% (karapas), dan 11,67% (cakar) (Chakraborty *et al.*, 2010).

Kitosan memiliki rantai molekul yang panjang dengan berat molekul tinggi serta berasal dari senyawa turunan kitin dan memiliki struktur kimia yang sama dengan kitin. Kitosan merupakan biopolimer yang unik karena berada dalam larutan asam dan tidak dapat larut dalam larutan netral dan basa. Pelarut yang baik untuk kitosan adalah asam asetat (Bahri, 2015). *Chitosan Polymer Medium* (CPM) merupakan bentuk turunan dari kitosan dengan ukuran polimer yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kitosan polimer besar. Pembuatan CPM berasal dari serbuk kitosan yang dilarutkan menggunakan asam asetat dan aquadest, kemudian dilakukan *sizing* menggunakan *magnetic stirrer* sampai polimer kitosan menjadi lebih pendek (Mardani, 2015).

Model Thomas atau reaksi yang mengasumsikan Kinetika Langmuir adsorpsi-desorpsi dan tidak ada aksial dispersi diturunkan dengan asumsi bahwa laju gaya penggerak mengikuti reaksi reversibel orde kedua kinetika. Solusi Thomas juga mengasumsikan konstanta faktor pemisahan yang berlaku untuk menguntungkan dan isotherm yang tidak menguntungkan. Adsorpsi biasanya tidak dibatasi oleh kinetika reaksi kimia tetapi sering dikendalikan oleh perpindahan *massa interfase*. Perbedaan ini dapat menyebabkan beberapa kesalahan saat metode ini digunakan untuk memodelkan proses adsorpsi (Thomas, 1944).

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka sangat perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengurangi pengaruh paparan asap rokok pada perokok pasif menggunakan masker modifikasi dan memanfaatkan limbah cangkang rajungan yang memiliki kandungan kitin tinggi sebagai *Chitosan Polymer Medium* (CPM). Analisis yang digunakan adalah Gas *Chromatography Mass Spectrometry* (GCMS) untuk menguji kandungan gas adsorpsi dan gugus fungsi (Wahyudi *et al.*, 2020). Selain itu, juga menggunakan analisis lain seperti *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengetahui morfologi permukaan, bentuk dan ukuran *Chitosan Polymer Medium* (CPM), dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) untuk mengetahui struktur dan derajat deasetilasi *Chitosan*

Polymer Medium (CPM) (Mardani, 2015). Oleh karena itu, peneliti berinisiatif untuk melakukan penelitian tentang Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai *spray* antitoksik pelapis masker pereduksi asap rokok.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian diawali dengan proses deproteinasi, demineralisasi, dan dekolonisasi yang bertujuan untuk memperoleh kitin yang terdapat pada cangkang rajungan. Proses deproteinasi berperan sebagai penghilang atau pemisah kandungan protein di dalam cangkang dengan kandungan kitin (Kadzim *et al.*, 2020). Selanjutnya, proses demineralisasi ditandai dengan senyawa kalsium yang bereaksi dengan asam klorida yang larut dalam air. Dalam proses tersebut protein, lemak, fosfor, magnesium, dan besi terbuang (Rochima, 2007). Proses dekolonisasi adalah tahap penghilangan lemak dan zat warna yang mulai hilang pada pencucian. Setelah memperoleh kitin selanjutnya masuk ke proses deasetilasi untuk menghasilkan *Chitosan Polymer Medium* (CPM) cangkang rajungan.

Proses kinerja masker diawali dengan memipet asap rokok yang memiliki kandungan 14,4 mg nikotin yang diperoleh dari 6 batang rokok menggunakan spet. Selanjutnya, dilakukan percobaan masker dengan cara melewatkan asap rokok tersebut ke masker yang telah disemprotkan CPM cangkang rajungan. Asap rokok yang telah melalui masker akan ditampung pada *chamber* yang berisi larutan methanol. Kemudian, gas yang tertampung pada *chamber* tersebut dideteksi menggunakan uji GCMS. Uji GCMS dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan variasi volume penyemprotan *Chitosan Polymer Medium* (CPM) yang optimal dalam mereduksi nikotin pada asap rokok.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 *Chitosan Polymer Medium* (CPM)

Chitosan Polymer Medium (CPM) adalah bentuk turunan dari kitosan dengan ukuran polimer yang lebih kecil. Pembuatan CPM berasal dari kitosan bubuk yang dilarutkan menggunakan asam asetat dan akuades, kemudian dilakukan *sizing* dengan menggunakan *magnetic stirrer* sehingga polimer kitosan menjadi lebih pendek (Mardani, 2015). Karakteristik *Chitosan Polymer Medium* (CPM) dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik *Chitosan Polymer Medium* (CPM)


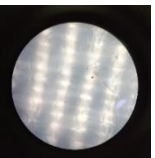

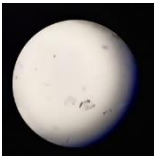
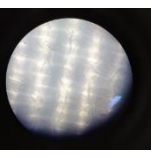
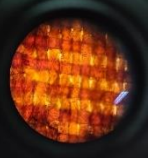
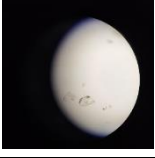
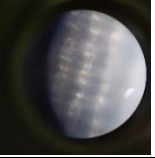
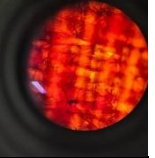
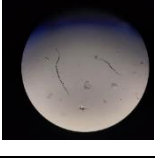
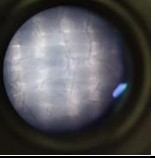
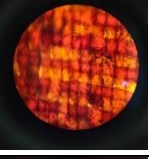
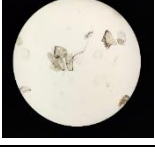

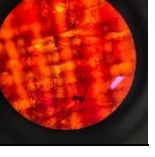
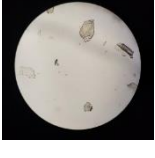
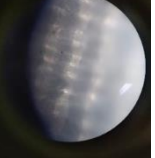
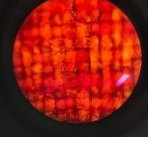

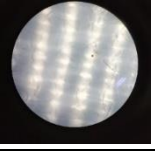
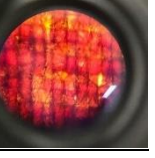
Parameter	(Cahyono <i>et al.</i> , 2020)	(Mardani, 2015)	(SNI, 2013)
Rendemen (%)	98,33	-	-
Derajat Deasetilasi (%)	60,22	92,60	Coklat muda

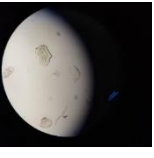
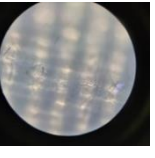
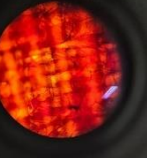
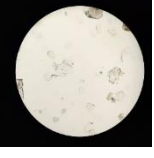
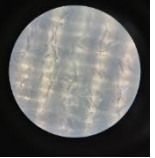
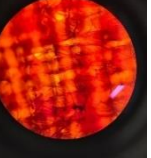
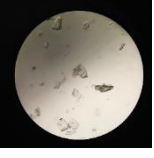
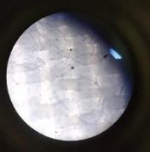
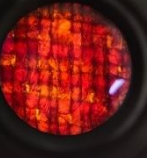

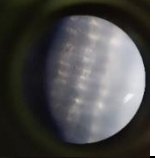
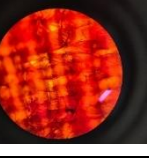
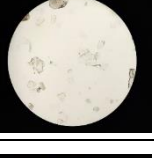


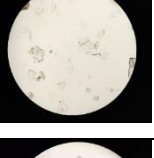
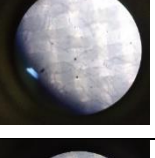
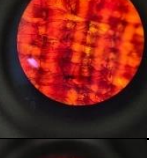
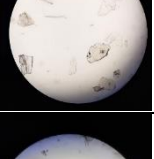
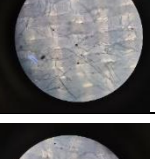
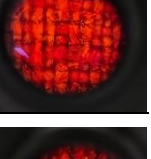
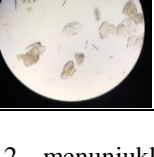


3.2 Karakteristik Lapisan CPM pada Masker Uji Mikroskop

Jarak semprot dalam penyemprotan larutan CPM pada kain masker sejauh 10 cm. Selanjutnya, mengeringkan masker selama 5 menit. Dengan tujuan agar CPM dapat membentuk

ikatan dan menempel pada kain masker. Untuk mengetahui karakteristik dari CPM dapat dilihat pada perbesaran 10x dengan ukuran setiap perlakuan adalah 2 cm x 4 cm. Korelasi dari kekakuan masker dapat terlihat dari kenaikan konsentrasi kitosan. Dikarenakan terjadinya peningkatan konsentrasi kitosan akan meningkatkan laju reaksi dan mendesak molekul kitosan untuk berinteraksi pada lapisan antarmuka kain (Mardani, 2015). Pada pengujian lapisan CPM, jenis CPM yang digunakan adalah *Chitosan Polymer Medium* (CPM) cangkang rajungan. Hasil uji karakteristik lapisan *Chitosan Polymer Medium* (CPM) menggunakan mikroskop terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Variasi Total *Spray* dan Konsentrasi CPM terhadap Hasil Uji Karakteristik Lapisan *Chitosan Polymer Medium* (CPM) Cangkang Rajungan Menggunakan Mikroskop

No	Kode Sampel	Sebaran Lapisan CPM	Sebelum Terkena Adsorbat	Setelah Terkena Adsorbat
1	A3.1			
2	A3.2			
3	A3.3			
4	A3.4			
5	A3.5			
6	A5.1			
7	A5.2			

No	Kode Sampel	Sebaran Lapisan CPM	Sebelum Terkena Adsorbat	Setelah Terkena Adsorbat
8	A5.3			
9	A5.4			
10	A5.5			
11	A7.1			
12	A7.2			
13	A7.3			
14	A7.4			
15	A7.5			

Pada Tabel 2. menunjukkan perbedaan penyemprotan menghasilkan karakteristik gambar yang berbeda dalam pembentukan lapisan CPM. Dari 15 sampel yang memiliki bentuk sama, tetapi terdapat perbedaan banyaknya CPM yang melapisi serat kain masker. Kinerja masker yang dilapisi banyak molekul kitosan lebih baik dalam mencegah masuknya senyawa kimia toksik asap rokok karena CPM mampu mengabsorpsi zat toksik.

Terdapat perbedaan antara kain katun tanpa pelapisan CPM dengan kain katun yang dilapisi lapisan CPM, karena memberikan karakter serapan dari molekul yang berbeda (Junaidi *et al.*, 2011). Zat toksik dapat ditarik oleh larutan CPM yang disemprotkan ke kain masker. Hal ini disebabkan

oleh reaksi antar ion yang terdapat pada CPM dan zat toksik. Pada dasarnya sifat kitosan yang reaktif akan mengikat zat toksik (Mardani, 2015).

3.3 Pengaruh Konsentrasi dalam Mereduksi Nikotin pada Asap Rokok

Terdapat tiga perbandingan dalam volume penyemprotan, yaitu 0,03 mL; 0,05 mL; dan 0,07 mL. Dalam setiap volume penyemprotan terdapat variasi konsentrasi, yaitu konsentrasi 10.000 ppm, 20.000 ppm, 30.000 ppm, 40.000 ppm, dan 50.000 ppm. Pengaruh konsentrasi pada setiap jenis *Chitosan Polymer Medium* (CPM) dapat diketahui dengan membandingkan persen penyisihan terhadap variasi penyemprotan. Semakin banyak total penyemprotan dan semakin tinggi konsentrasi CPM, maka semakin banyak nikotin yang teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel CPM untuk bersinggungan dengan nikotin. Hal ini menyebabkan semakin banyak nikotin yang terikat di dalam pori-pori CPM. Hasil penyisihan nikotin yang optimal pada *Chitosan Polymer Medium* (CPM) cangkang keping didapatkan dengan volume penyemprotan 0,07 mL dan konsentrasi 50.000 ppm yakni dengan penyisihan nikotin sebesar 80,73%. Penyisihan tersebut menunjukkan semakin banyak massa adsorben semakin banyaknya sisi aktif yang dapat mengikat adsorbat (Erawati & Fernando, 2018).

3.4 Konstanta dan Kapasitas Reduksi *Chitosan Polymer Medium* (CPM)

Analisis yang digunakan dalam sistem adsorpsi menggunakan Model Thomas. Adapun rumus yang digunakan yaitu (Blessing *et al.*, 2020):

$$\ln \left[\frac{C_0}{C_t} - 1 \right] = \frac{K_{th} q_0 x}{Q} - K_{th} C_0 t$$

Keterangan:

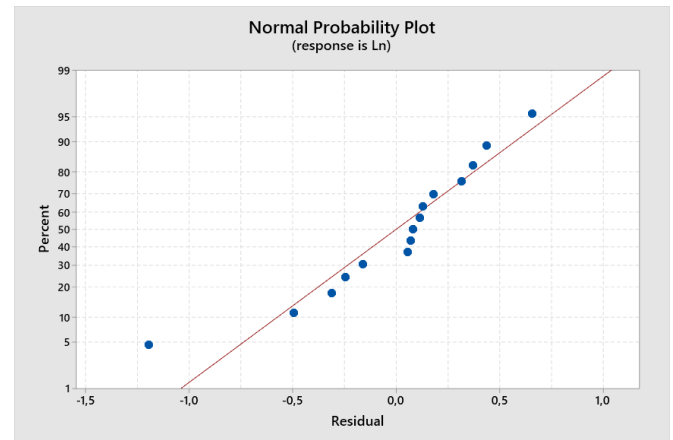
- C_0 = Konsentrasi influent (mg/L)
- C_t = Konsentrasi relative (mg/L)
- K_{th} = Konstanta kecepatan adsorpsi
- q_0 = Kapasitas jerap (mg/g)
- Q = Laju alir udara dengan diameter rokok 7 mm sehingga laju alir sebesar 0,000023 (L/menit)

Untuk menghitung kapasitas adsorpsi menggunakan pemodelan Thomas perlu dilengkapi dengan perhitungan regresi linear ($y = ax + b$). Nilai K_{th} dan q_0 ditentukan dari slope dan intersep pada kurva regresi linear $\ln(C_t/C_0-1)$ (Pramesiti *et al.*, 2020). Untuk nilai K_{th} dan q_0 ditentukan dari slope dan intersep pada plot garis linear yaitu $\ln((C_0/C_t)-1)$ terhadap waktu penelitian (t). Sehingga didapatkan rumus turunan untuk mendapatkan nilai K_{th} dan q_0 sebagai berikut:

$$K_{th} = \frac{slope}{C_0}$$

$$q_0 = \frac{intersep}{(x/Q) \times K_{th}}$$

Adapun grafik regresi pemodelan Thomas untuk CPM cangkang rajungan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Regresi Linier Pemodelan Thomas Kapasitas Penjerapan Nikotin dengan *Chitosan Polymer Medium* (CPM) Cangkang Rajungan

Perhitungan regresi linear ($y = ax + b$) pada sampel *Chitosan Polymer Medium* (CPM) cangkang rajungan didapatkan hasil $y = -0,01835x + 2,218$. Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dari hasil percobaan sebesar 52,50% dan titik residual yang dihasilkan telah mendekati garis lurus, maka residual dikatakan telah mengikuti distribusi normal. Nilai R^2 yang menuju 1 atau mendekati 100% diinterpretasikan bahwa model regresi sudah ‘baik’, sedangkan apabila nilai R^2 menuju 0 atau 0% maka diinterpretasikan model regresi ‘tidak baik’ (Sukmana, 1996).

Perhitungan regresi linear ($y = ax + b$) pada sampel *Chitosan Polymer Medium* (CPM) cangkang rajungan didapatkan hasil $y = -0,01640x + 2,485$. Dengan nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dari hasil percobaan sebesar 63,26% dan titik residual yang dihasilkan telah mendekati garis lurus, maka residual dikatakan telah mengikuti distribusi normal.

Gambar 3. digunakan untuk perhitungan persamaan Thomas dimana hasil konstanta (K_{th}) dan kapasitas adsorbansi kolom (q_0) model Thomas pada berbagai kondisi percobaan adsorpsi nikotin pada asap rokok dengan variasi jenis CPM, total penyemprotan, dan konsentrasi CPM, serta contoh perhitungan sebagai berikut:

Konstanta Thomas (K_{th})

$$K_{th} = \frac{slope}{C_0}$$

$$K_{th} = \frac{-0,01835}{46,65}$$

$$K_{th} = 0,0004 \text{ (L / mg/menit)}$$

Kapasitas adsorbansi (q_0)

$$q_0 = \frac{intersep}{(x/Q) \times K_{th}}$$

$$q_0 = \frac{2,218}{\frac{0,03 \text{ gr}}{0,000023 \text{ L/menit}} \times 0,0004 \text{ (l / mg/menit)}}$$

$$q_0 = 4,9993 \text{ mg/g}$$

Tabel 3. Pengaruh perbedaan jenis CPM terhadap hasil nilai Kth dan q_0 pada Model Thomas

Jenis CPM	Persamaan Linier	R ²	Kth	q ₀
CPM	-0,01835x +	52,50	0,0004	4,9993
cangkang rajungan	2,218			2,9996
				2,1426

Pada Tabel 3. terdapat persamaan linier yang menunjukkan nilai konstanta Kth dan q_0 dapat diketahui melalui nilai *slope* dan *intercept*. Dari persamaan tersebut didapatkan nilai konstanta berbanding terbalik dengan kapasitas adsorbansi dari masing-masing adsorben. Hal tersebut sesuai dengan Persamaan Thomas yang telah diterapkan pada penelitian ini yang menunjukkan bahwa kapasitas adsorbansi didapatkan perbandingan terbalik dengan kapasitas yang dihasilkan.

Tabel 3. menunjukkan hasil perhitungan Persamaan Thomas, didapatkan kapasitas adsorbansi tertinggi dalam penyerapan nikotin pada jenis *Chitosan Polymer Medium* (CPM) yaitu sebesar 7,0376 mg/g. Berarti dalam 1 gram *Chitosan Polymer Medium* (CPM) mampu menyerap (q_0) penyerapan polutan dalam 7,0376 mg. Permodelan Thomas dalam mencari q_0 bertujuan untuk mengetahui seberapa besar polutan yang terserap terhadap 1 gram adsorben yang menyerap.

4 KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah pada uji mikroskop didapatkan hasil konsentrasi paling tinggi dan total penyemprotan paling banyak memiliki hasil warna yang sangat pekat. Efektivitas masker berlapis *Chitosan Polymer Medium* (CPM) cangkang rajungan dalam mereduksi nikotin sebesar 80,73 %.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga jurnal ini dapat terselesaikan dengan baik. Pak Ir. Yayok Suryo Purnomo, MS yang selalu membantu dan memberikan arahan. Tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas pendanaan Program Kreatifitas Mahasiswa Riset Eksakta tahun 2022 SK 2489/E2/KM.05.01/2022 serta UPN "Veteran" Jawa Timur atas fasilitas yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

Alegantina, S. (2018). Penetapan Kadar Nikotin dan Karakteristik Ekstrak Daun Tembakau (*Nicotiana tabacum* L.). *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pelayanan Kesehatan*, 1(2), 113–119.

Bernhard, D. (2011). *Principles and Practice of Mixtures Toxicology Toxikologie Endogenous Toxins Toxikologie Public Health Advocacy and Tobacco Control Handbook of Chinese Medicinal Plants*.

Blessing, T., Hendriyanto, O., Hidayah, E. N., & Artyani, A. (2020). *Application of Thomas Model to Determine the Capacity of Bintaro Fruit Shell Adsorbent*. 2020, 107–

111.

Cahyono, E., Imelda, S., Wodi, M., Tondais, J., & Tindalung, J. I. (2020). KARAKTERISASI CHITOSAN DAN CHITOSAN POLYMER MEDIUM DARI CANGKANG KEPITING BATU Characterization of Chitosan and Chitosan Polymer Medium From Stone Crab's (*Grapsus albolineatus*) Shells. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 6(1), 14–20.

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.

Kadzim, M. H., Djaenudin, D., & Hartati, E. (2020). Recovery Kitin Dari Limbah Cangkang Rajungan. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4), 1345–1351.

Mardani, I. (2015). *Masker Chitosan Polymer Medium Pereduksi Asap Rokok dan Emisi Kendaraan Bermotor*.

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.

Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 109 Tahun 2012 tentang Pengamanan Bahan yang Mengandung Zat Adiktif Berupa Produk Tembakau Bagi Kesehatan. 37–39.

Pramesti, H. N., Setyabudi, W., & Hidayah, E. N. (2020). *Effect of Fly Ash Height in the Adsorption Column to Remove Phosphate in Laundry Wastewater*. 2020, 47–51.

Ristawati, S. (2019). Analisis Paparan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Asap Rokok terhadap Pembentukan Mikronukleus di Mukosa Rongga Mulut Satuan Pengamanan. (SATPAM) UIN Raden Intan Lampung. 24.

Rochima, E. (2007). Karakterisasi Kitin dan Kitosan Asal Limbah Rajungan Cirebon Jawa Barat. In *Buletin Teknologi Hasil Perikanan* (Vol. 10, Issue 1, pp. 9–22).

Schaal, C., & Chellappan, S. P. (2014). Nicotine-mediated cell proliferation and tumor progression in smoking-related cancers. *Molecular Cancer Research*, 12(1), 14–23.

Sukmana, A. (1996). *Koefisien Determinasi R²*. Universitas Katolik Parahyangan.

Thomas, H. C. (1944). Heterogeneous Ion Exchange in a Flowing System. *Journal of the American Chemical Society*, 66(10), 1664–1666.

Wahyudi, S., Arif, M., & Hidayati, N. A. (2020). Aplikasi Desain Faktorial 23 pada Kadar CO₂ Proses Purifikasi Biogas dengan Adsorben Genteng -Zeolite. *Rekayasa Mesin*, 11(3), 461–466.

Wassenaar, C. A., Dong, Q., Amos, C. I., Spitz, M. R., & Tyndale, R. F. (2013). Pilot study of CYP2B6 genetic variation to explore the contribution of nitrosamine activation to lung carcinogenesis. *International Journal of Molecular Sciences*, 14(4), 8381–8392.

WHO. (2020). Menaikkan Harga Cukai dan Harga Produk Tembakau untuk Indonesia Sehat dan Sejahtera. 1-30.

