

**KARAKTERISTIK FISIKA KIMIA MINYAK JELANTAH
HASIL PEMURNIAN DENGAN MENGGUNAKAN ADSORBEN
KITOSAN DAN ARANG AKTIF BUAH PINUS**

Hamsina¹, Andi Abriana², M. Tang¹, Hizkia Triadi Paniago¹

¹ Fakultas Teknik, Universitas Bosowa

² Fakultas Pertanian, Universitas Bosowa

email:hamsinah@universitasbosowa.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik fisika kimia minyak jelantah yang telah diadsorpsi menggunakan adsorben kitosan dan arang aktif buah pinus. Metode penelitian meliputi metode pirolisi dan aktivasi arang aktif menggunakan proses aktivasi kimia yaitu perendaman arang dengan larutan KOH 50%. Sedangkan kitosan diperoleh dari hasil ekstraksi dari kulit udang. Adsorben kitosan dan arang aktif buah pinus selanjutnya di gunakan sebagai media adsorben pada minyak jelantah dengan cara merendam adsorben kedalam minyak jelantah dengan basis berat (100 ml) dengan konsentrasi masing-masing adsorben sebesar dengan perbandingan 80 : 20 ; 70 : 30 ; 60 :40 ; 50 : 50 ; 70 : 30 ; 40 :60 selama 24 jam . Karakteristik fisik adsorben kitosan dan arang aktif pinus diamati dengan menggunakan FTIR dan morfologinya dengan menggunakan SEM. Hasil penelitian diperoleh kondisi optimum membran kitosan arang pinus yaitu pada perbandingan kitosan arang aktif pinus 40 % : 60% dengan nilai asam lemak bebas sebesar 0,19 % , bilangan peroksida 3 meg O₂/kg serta kandungan logam Pb sebesar 2,03 mg.

Keyword: Adsorben , arang aktif buah pinus , kitosan , minyak jelantah

1. PENDAHULUAN

Kelangkaan minyak goreng merupakan masalah yang dihadapi saat ini. Tingkat kebutuhan minyak goreng sangat besar namun ketersediaan produksi minyak goreng terbatas. Pada dasarnya penggunaan minyak goreng secara berulang atau minyak jelantah telah dilakukan untuk mengatasi pemakaian minyak goreng yang berlebihan. Namun minyak goreng yang digunakan berulang kali akan menimbulkan masalah bagi kesehatan (Szabo. Z., *et al*, 2022). Setelah digunakan, minyak goreng tersebut akan mengalami perubahan dan bila ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik, yang terjadi selama proses penggorengan. Perubahan sifat ini menjadikan minyak goreng tersebut tidak layak lagi digunakan sebagai bahan makanan (Wiege B *et la* 2020). Berkaitan dengan hal tersebut diatas, maka diperlukan metode pemurnian minyak jelantah sehingga memenuhi persyaratan sebagai bahan pangan yang layak untuk dikonsumsi dan aman bagi kesehatan.

Metode pemurnian yang telah banyak dikembangkan adalah dengan metode adsorpsi. Adsorpsi memiliki banyak keunggulan yakni daya adsorpsi yang besar, waktu adsorpsi yang cepat serta mudah dan murah dalam penggunaannya (Nur Hidayah *et al*, 2021). Kitosan dari cangkang kepiting merupakan salah satu jenis adsorben membran yang telah terbukti efektif disebabkan kitosan sebagai agen pengkompleks ion yang baik, yang ditandai oleh pergeseran bilangan gelombang dari beberapa gugus fungsi dalam rantai kitosan tersebut (Hamsina *et al* 2021). Adsorben kitosan jauh lebih efektif mengadsorpsi ion logam Fe^{2+} , Ni^{2+} dan Cu^{2+} dibandingkan adsorben dari serbuk kayu. Hal ini menunjukkan bahwa kitosan mempunyai potensi lebih besar dibandingkan serbuk kayu untuk aplikasi adsorpsi logam berat (Xiong Q *et al*, 2020).

Selain itu penggunaan arang aktif sebagai molekul adsorben juga telah dikembangkan dimana arang aktif memiliki kelebihan dalam menyerap anion kation serta molekul organik dan anorganik dalam bentuk larutan dan gas (Md Alam, M *et al*, 2020). Arang aktif buah pinus telah digunakan sebagai media adsorben pada pemurnian minyak jelantah dengan penurunan bilangan peroksida sebesar 10.88 meq H_2O_2 / kg oil (Mulyani HRA dkk, 2017). Beberapa penelitian tentang pemanfaatan kitosan sebagai media adsorben telah banyak dilakukan. Namun penelitian untuk menentukan optimasi komposisi dan penentuan karakteristik minyak jelantah hasil pemurnian dengan menggunakan kitosan dan arang aktif buah pinus belum dilakukan. Sehingga dapat dirumuskan permasalahan dalam penelitian ini sebagai berikut : (1) . Bagaimana memperoleh kondisi optimum perbandingan adsorben kitosan dan arang aktif buah pinus pada proses pemurnian minyak jelantah (2). Bagaimana karakteristik fisika kimia minyak jelantah hasil pemurnian.

2. KAJIAN LITERATUR

1. Minyak Jelantah

Minyak yang digunakan untuk menggoreng berulang kali disebut dengan minyak jelantah. Minyak jelantah sebenarnya merupakan minyak yang telah rusak. Penggorengan pada suhu tinggi ($160^{\circ}C$ - $180^{\circ}C$) dan adanya kontak dengan udara maupun air dapat mengakibatkan terjadinya reaksi degradasi yang kompleks dalam minyak.. Berbagai macam reaksi yang terjadi selama proses penggorengan seperti reaksi oksidasi, hidrolisis, polimerase, dan reaksi dengan logam dapat mengakibatkan minyak menjadi rusak (Z Khoirunnisah dkk, 2019). Perubahan akibat pemanasan tersebut antara lain disebabkan oleh terbentuknya senyawa yang

bersifat toksik dalam bentuk hidrokarbon, asam-asam lemak hidroksi, epoksida, senyawa-senyawa siklik polimer (B Dwiloka dkk, 2021). Penggunaan minyak yang berulang akan membahayakan bagi kesehatan tubuh dimana pada saat pemanasan akan terjadi proses degradasi, oksidasi, dan dehidrasi dari minyak tersebut menghasilkan senyawa radikal bebas dan senyawa toksik yang bersifat racun. Minyak yang berulang (jelantah) dapat dimanfaatkan kembali dengan cara mengadsorpsi kotoran-kotoran dan warna yang ada di dalam minyak jelantah menggunakan adsorben (Atikah, 2018).

2. Metode Adsorpsi

Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul tadi mengembun pada permukaan padatan tersebut. Hal ini terjadi karena adanya ketidakseimbangan gaya-gaya molekul pada zat padat, yang cenderung menarik molekul lain yang bersentuhan pada permukaannya (L D Cardenas *et al*, 2022). Adsorpsi juga dapat diartikan sebagai peristiwa pengambilan zat yang berbentuk gas, uap, dan cairan oleh permukaan tanpa penetrasi. Faktor terpenting dalam proses adsorpsi adalah luas permukaan. Suatu molekul mengalami ketidakseimbangan gaya, akibatnya molekul-molekul pada permukaan ini mudah menarik molekul lain. Dari proses adsorpsi ini, dikenal dengan istilah adsorbat yaitu zat yang diadsorpsi dan adsorben untuk zat yang mengadsorpsi (Y Kuang *et al* 2020)

3. METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan yaitu Minyak jelantah, kitosan, buah pinus, KOH 50%, Na₂S₂O₃ 0,1000 N, Etanol 70%, KI, NaOH, aquades, Larutan amilum 10%, Indikator PP, gelas beker, magnetik stirrer, erlenmeyer, pipet ukur, ayakan 80 mesh, corong, alat instalasi pirolisis, oven, kaintipis/kertas saring, penumbuk, gelas ukur, AAS, timbangan.

Prosedur Kerja

a. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku arang aktif berupa buah dibersihkan dan dijemur sedangkan untuk minyak jelantah disaring agar terpisah dari kotoran sisa gorengan.

b. Pembuatan Arang aktif

Arang tempurung kelapa direndam pada larutan aktivasi yaitu KOH 50% dengan waktu perendaman yaitu 24 jam. Sampel disaring dengan kertas saring, kemudian dicuci dengan aquades hingga pH 7-8. Sampel dikeringkan dalam oven hingga kering.

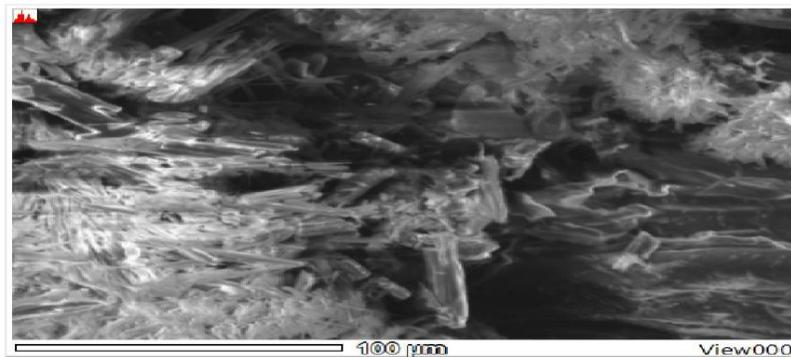
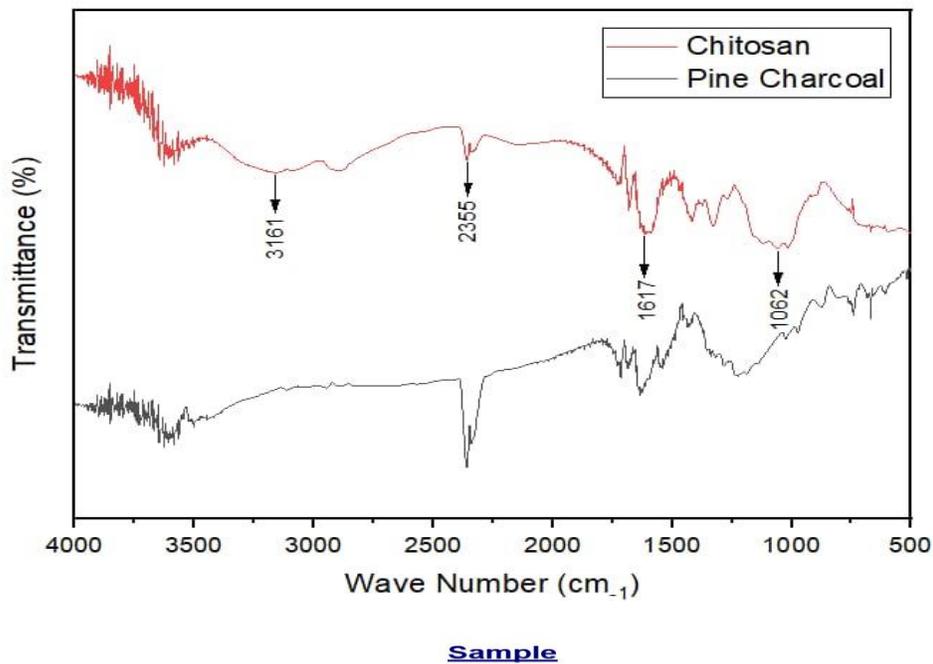
lain yang bersentuhan pada permukaannya (Kuntoro, 2011).

c. Proses adsorpsi minyak jelantah

Adasorben kitosan arang pinus dimasukkan kedalam kedalam wadah yang berisi minyak jelantah sebanyak 200 ml dengan perbandingan kitosan 80 : 20 ; 70 : 30 ; 60 :40 : 50 :50 ; 30 :70 ; 40 :60 ..Karakterisasi gugus fungsi dengan FT-IR, dan morfologi dengan menggunakan Foto SEM . Secara kimia ditentukan nilai asam lemak bebas, bilangan peroksida dan kandungan logam Pb

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adsorben kitosan-arang aktif buah pinus dikarakterisasi untuk menentukan gugus fungsinya dengan menggunakan FT-IR (Figure 1)



Gambar 1. Spektra FTIR kitosan arang pinus dan Foto SEM arang pinus

Gambar 1 menjelaskan bahwa ikatan yang terjadi dalam membran kitosan terjadi pada 62% T dengan panjang gelombang dari 4000 sampai 0 dalam cm^{-1} . Ikatan N-H (amina) C-H, C=O (amida), dan ikatan C-N terjadi pada panjang gelombang dari 4000 sampai 1000 cm^{-1} , nilai yang dihasilkan sesuai dengan literature karakteristik nilai spektrofotometer membran kitosan.

Karakterisasi minyak jelantah hasil pemurnian

Tabel 1. Karakteristik minyak sebelum adsorpsi

minyak	Karakteristik			
	Fisika		Kimia	
	Warna	Bau	Asam Lemak Bebas	Bilangan Peroksida
Baru	Kuning Jernih	tidak berbau	0,26%	4 meg O ₂ /kg
Jelantah	Coklat keruh	Berbau tengik	5,12%	32 meg O ₂ /kg

Tabel 2. Karakteristik minyak setelah di adsorpsi

No	Perbandingan kitosan - arang aktif buah pinus (%)	Kadar asam lemak (%)	Bilangan peroksida (meg O ₂ /kg)
1	80 : 20	1,23	9
2	70 : 30	0,42	6
3	60 : 40	0,35	5
4	50 : 50	0,21	4
5.	40: 60	0,19	3
5	30 : 70	0,23	4

Karakteristik Minyak Sebelum Adsorpsi

Sebelum diadsorpsi minyak dilakukan pengujian terlebih dahulu. Tujuan pengujian ini agar kita dapat membandingkan sejauh mana perubahan parameter pengujian sebelum dan sesudah diadsorpsi. Pengujian awal dilakukan pada minyak yang masih dalam kondisi baru, dan minyak jelantah. Sampel minyak jelantah diambil dari pedagang gorengan di tepi jalan yang ramai kendaraan yang telah digunakan 4-5 kali penggorengan.

Pengujian yang dilakukan yaitu menguji kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida, serta analisis warna dan bau pada minyak jelantah. Analisis peroksida dilakukan dengan metode titrasi iodometri dimana sejumlah minyak dilarutkan dalam campuran asetat:kloroform yang mengandung KI, maka akan terjadi pelepasan iodin (I_2). Iodin yang bebas dititrasi dengan natrium tiosulfat, selanjutnya ditambahkan indikator amilum sampai terbentuk warna biru, kemudian dititrasi lagi dengan natrium tiosulfat sampai warna biru hilang. Terbentuknya warna biru setelah penambahan amilum, dikarenakan struktur molekul amilum yang berbentuk spiral, sehingga akan mengikat molekul iodin maka terbentuklah warna biru. Warna biru gelap yang timbul karena terbentuknya kompleks iodin-amilum. Sedangkan untuk pengujian asam lemak bebas dilakukan dengan metode titrasi basa (KOH/NaOH).

Berdasarkan hasil pengujian diperoleh kadar asam lemak bebas minyak jelantah yaitu 0,512% dan bilangan peroksida 40 meq O_2 /kg, warna coklat keruh dan bau tengik. Hal ini sangat jauh dari standar minyak goreng sawit pada umumnya yaitu bilangan peroksida maksimal 10 meq O_2 /kg dan kadar asam lemak bebas maksimal 0,3%. Dari hasil tersebut sangat diperlukan perlakuan khusus untuk menurunkan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida.

Penyebab utama minyak rusak adalah karena peristiwa oksidasi, hasil yang diakibatkan salah satunya adalah terbentuknya peroksida dan aldehid. Asam lemak bebas yang terbentuk dalam minyak goreng bekas atau minyak jelantah diakibatkan oleh proses hidrolisis yang terjadi selama proses penggorengan yang biasanya dilakukan pada suhu 160-200°C. Uap air yang dihasilkan pada proses penggorengan dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis terhadap trigliserida dan menghasilkan asam lemak bebas digliserida, monogliserida, dan gliserol yang diindikasikan dari angka asam (Mardina, 2012).

Tingginya angka asam suatu minyak jelantah menunjukkan buruknya kualitas dari minyak jelantah tersebut, sehingga minyak jelantah yang dibuang sebagai limbah akan mengganggu lingkungan dan menyumbat saluran air. Agar minyak jelantah dapat dimanfaatkan kembali, maka dicoba untuk meregenerasi minyak tersebut dengan menurunkan angka asam yaitu mengurangi kandungan asam lemak bebas, bilangan peroksida serta kadar Pb.

Analisa Karakteristik Minyak Jelantah Setelah Adsorpsi

Untuk mengetahui perubahan yang terjadi pada minyak jelantah setelah adsorpsi, maka dilakukan analisa berupa analisa fisik dan kimia pada minyak jelantah.

Analisa Fisik

Analisa fisik yang dilakukan yaitu analisa warna dan bau, berdasarkan hasil analisis diperoleh bau setelah diadsorpsi arang aktif maupun kitosan. Namun, terdapat perbedaan warna pada perlakuan adsorben arang aktif dan kitosan, pada adsorben kitosan lebih efektif jika dilihat dari segi perubahan warna. Sedangkan dari segi bau kitosan lebih efektif digunakan sebagai adsorben karena dapat menyerap dengan baik. Hal tersebut karena kitosan merupakan biopolimer alam yang bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti adsorben logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuat kosmetik serta antibakteri (Bhuvana *et al.*, 2006). Sebagai bahan pemroses limbah cair, kitosan mampu mengikat logam berat Pb (Firdaus, 2008).

Analisa Kimia

Analisa kimia yang dilakukan yaitu analisis kadar asam lemak bebas, bilangan peroksida dan kadar Timbal atau Pb dalam minyak jelantah. Analisa kimia setelah adsorpsi dapat dilihat pada tabel 2. Dari tabel tersebut dapat dilihat membran kitosan arang pinus efektif dalam mengadsorpsi minyak jelantah. Selisih rata-rata untuk bilangan peroksida yaitu 3,33 meq O₂/kg dan asam lemak bebas 0,420%. Masing-masing adsorben membran kitosan - arang aktif buah pinus mengalami penurunan asam lemak bebas dan bilangan peroksida tertinggi pada konsentrasi adsorben 70% : 30%. Untuk kadar asam lemak bebas pada hasil adsorpsi mengalami penurunan sebanyak 0,512% menjadi 0,420%, Sedangkan pada bilangan peroksida juga mengalami penurunan terbanyak pada perbandingan kitosan - arang aktif buah pinus 70% : 30%.

untuk adsorben arang aktif mengalami penurunan sebanyak 32 meg O₂/kg menjadi 6 meg O₂/kg, sedangkan pada adsorben kitosan mengalami penurunan sebanyak 34 meg menjadi 6 meg O₂/kg, masing-masing telah memenuhi standar bilangan peroksida untuk minyak yaitu maksimal 10 meg O₂/kg.



Gambar 4. Penurunan kadar asam lemak dengan menggunakan adsorben membran kitosan - arang aktif buah pinus

Menurut Lubis dan Nasution (2002) arang yang sudah diaktifkan permukaannya menjadi lebih luas karena telah terbebas dari hidrokarbon dan pori-porinya telah terbuka sehingga mampu mengadsorpsi senyawa peroksida dan asam lemak bebas. Proses adsorpsi dapat terjadi apabila adanya daya tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarut, maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben (Evika, 2011).



Gambar 5. Penurunan bilangan peroksida dengan menggunakan adsorben membran kitosan - arang aktif buah pinus

Sedangkan kitosan merupakan biopolimer alam yang bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti adsorben logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuat kosmetik serta antibakteri (W Pangestika. 2021). Sebagai bahan pemroses limbah cair, kitosan mampu mengikat logam berat Pb (Firdaus, 2008). Keunggulan mempunyai massamolekul besar sehingga memiliki daya absorpsi besar dan non toksik karena kitosan memiliki gugus asam amino dan gugus hidroksil (Pebriani, dkk., 2012). Kitosan merupakan biopolimer alam yang bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti adsorben logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuat kosmetik serta antibakteri (Bhuvana *et al.*, 2006). Sebagai bahan pemroses limbah cair, kitosan mampu mengikat logam berat Pb (Firdaus, 2008). Kitosan bersifat basa karena mengandung 2 gugus amina setiap unit berulangnya dapat mengikat asam lemak bebas melalui ikatan asam- basa, (Aranaz dkk., 2009). Menurut Lubis dan Nasution (2002) arang yang sudah diaktifkan permukaannya menjadi lebih luas karena telah terbebas dari hidrokarbon dan poriporinya telah terbuka sehingga mampu mengadsorpsi senyawa peroksida dan 29 asam lemak bebas. Proses adsorpsi dapat terjadi apabila adanya daya tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarut, maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben (Evika, 2011).

Asam lemak bebas atau free fatty acid (FFA) adalah asam lemak yang berada sebagai asam bebas tidak terikat sebagai trigliserida. FFA dihasilkan oleh proses hidrolisis dan

oksidasi. Reaksi ini akan dipercepat dengan adanya air yang terkandung dalam bahan pangan yang digoreng menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis antara air dan minyak goreng. Semakin tinggi frekuensi pemakaian minyak goreng maka kadar asam lemak bebas semakin meningkat (Ayu, 2010). Proses pemurnian minyak jelantah dengan proses adsorpsi terjadi penurunan kadar FFA dari nilai FFA awal yang diperoleh. Kadar FFA yang diperoleh setelah adsorpsi dapat dilihat pada Berdasarkan Gambar 3 dapat diketahui bahwa terjadi penurunan kadar FFA seiring dengan besarnya dosis adsorben. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar dosis adsorben yang digunakan maka semakin banyak pula FFA yang dapat diturunkan. Gambar 3 menunjukkan bahwa kadar FFA pada sampel awal adalah sebesar 0,685 %, dengan bertambahnya berat adsorben maka nilai FFA yang dihasilkan cenderung menurun.

Dari grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi adsorben, maka semakin menurun kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksidapada minyak jelantah. Hal ini terjadi karena banyaknya adsorben yang melakukan kontak langsung dengan minyak jelantah. Hal ini disebabkan oleh pori-pori pada adsorben dapat mengikat dan menyerap peroksida pada minyak (Atikah,2017)

Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Haryono dkk. (2012) penggunaan adsorben arang aktif yang semakin banyak, menandakan luas permukaan arang aktif yang tersedia sebagai bahan penyerap adsorbat dari minyak semakin luas, sehingga adsorbat yang terikat pada penurunan kadar asam lemak minyak jelantah.

Penyerapan Ion logam Pb

Keunggulan membran kitosan arang pinus dalam mengadsorpsi karena mempunyai massa molekul besar sehingga memiliki daya absorpsi besar dan non toksik karena kitosan memiliki gugus asam amino dan gugus hidroksil (Pebriani, dkk., 2012). Kitosan merupakan biopolimer alam yang bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti adsorben logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuat kosmetik serta antibakteri (Bhuvana *et al.*, 2006). Sebagai bahan pemroses limbah cair, kitosan mampu mengikat logam berat Pb (Firdaus, 2008). Kitosan bersifat basa karena mengandung 2 gugus amina . Setiap unit berulangnya dapat mengikat asam lemak bebas melalui ikatan asam basa (Aranaz dkk., 2009) mampu mengikat logam berat Pb (Firdaus,2008). Daya adsorpsi membran yang berikatan silang terhadap ion logam Pb Pada hasil adsorpsi kitosan sebesar 10% diperoleh penurunan kadar Pb pada

minyak menjadi 1,8421 mg/kg. Namun, tetap masih di atas SNI minyak sawit. Sedangkan pada adsorben arang aktif diperoleh penurunan kadar Pb menjadi 0,5687 mg/kg, hal ini masih tetap berada di atas SNI minyak. Namun, daya serap arang aktif lebih baik dibandingkan kitosan. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa konsentrasi arang aktif 10% lebih efektif mengadsorbsi kandungan Pb pada minyak jelantah dibandingkan kitosan 10%. Kadirvelu *et al.* (2001) dalam Mody Lempang (2104) tentang Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif telah membuktikan kemampuan arang aktif sebagai adsorben terhadap logam Hg, Pb, Cd, Ni, Cu dalam limbah cair industri radiator, pelapisan nikel dan pelapisan tembaga. Kemampuan arang aktif sebagai penghilang logam tersebut dipengaruhi oleh pH dan konsentrasi karbon. Kenaikan kadar karbon menaikkan persen adsorpsi arang aktif terhadap ion logam. Penggunaan arang aktif sangat penting dalam proses penjernihan air dan udara Harris (1999). Sedangkan kitosan merupakan biopolimer alam yang bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti adsorben logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuat kosmetik serta antibakteri (Bhuvana *et al.*, 2006). Sebagai bahan pemroses limbah cair, kitosan mampu mengikat logam berat Pb (Firdaus, 2008). Keunggulan kitosan dalam mengadsorbsi karena mempunyai massa molekul besar sehingga memiliki daya absorpsi besar dan non toksik karena kitosan memiliki gugus asam amino dan gugus hidroksil (Pebriani, dkk., 2012). Kitosan merupakan biopolimer alam yang bersifat polikationik sehingga dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti adsorben logam, penyerap zat warna tekstil, bahan pembuat kosmetik serta antibakteri (Bhuvana *et al.*, 2006).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa : kondisi optimum perbandingan adsorben kitosan arang pinus yaitu pada perbandingan konsentrasi 70 % : 30% dengan nilai

asam lemak bebas sebesar 0,19% , bilangan peroksida 3 meg O₂/kg serta kandungan logam Pb sebesar 2,03 mg.

DAFTAR PUSTAKA

Akshay S. Kulkarni , Ashok M. Sajjan, T. M. Yunus Khan, Irfan Anjum Badruddin , Sarfaraz Kamangar , Nagaraj R. Banapurmath , Narasimha H. Ayachit , M. Ashwini and A. Sharanappa. Development and Characterization of Biocompatible Membranes from Natural Chitosan and Gelatin for Pervaporative Separation of Water–Isopropanol Mixture .*J.Polymers*, 13, 2868

Emma Rochima, 2014. Kajian Pemanfaatan Limbah Rajungan dan Aplikasinya untuk Bahan Minuman Kesehatan Berbasis Kitosan. *Jurnal Akuatika* Vol 5 (1)

Fahad Usman., John Ojur Dennis.,E. M. Mkawi.,Yas Al-Hadeethi.,Fabrice riaudeau Yap Wing Fen.,Amir Reza Sadrolhosseini.,Thomas L. Ferrell.,,Ahmed Alsadig and Abdelmoneim Sulieman.2020 Acetone Vapor-Sensing Properties of Chitosan-Polyethylene Glycol Using Surface Plasmon Resonance Technique.*JPolymers* 12(11), 25.

Hamsina. H. , M Tang., Erni Indrawati and Ruslan Hasani, 2021. Activity Test, Selectivity, Stability of Chitinase on Amobil Chitosan Membrane . International Journal of Multicultural and Multireligius of Understanding . Vol 8 Issue 7

Lee H.Y., Park YS. , Park E J., Byung. , Jung Eun Park., Jae Kweon Park and You Jin Hwang.2019. Anti-Oxidant Activity and Dust-Proof Efffct of Chitosan with Difffferent Molecular Weights.*Int. J. Mol. Sci.* , 20, 3085; doi:10.3390/ijms20123085

Md Alam M., Md Ashraf Hossain., Md Delowar Hossain .,M.A.H. Jahir., Jewel Hossen., Md Saifur Rahman , John L. Zhou , A.T.M. Kamrul Hasan , Aneek Krishna Karmakar and Mohammad Boshir Ahmed . 2020. The Potentiality of Rice Husk-Derived Activated Carbon: From Synthesis to Application. *J. Processes* 8, 20

Mulyani HRA dan Agus Sujarwanta . 2017 .Kualitas Minyak Jelantah Hasil Pemurnian Menggunakan Variasi Absorben Ditinjau Dari Sifat Kimia Minyak.*JTPHP* Volume 12 NO. 2

Mustafiah, D Darnengsih, Zakir Sabara, Rafdi Abdul Majid. 2018. Pemanfaatan Kitosan Dari Limbah Kulit Udang Sebagai Koagulan Penjernihan Air . *Journal Of Chemical Process Engineering* Vol.03, No.01

Nur Hidayah., Muthia Elma., Darsono P.V., Isna Syauqiah ., Angelica Amenia., Daniel Guntur Laksana Putra., Heru Renaldi Akbar., Nurul Huda and Aulia Rahma. 2021. Physicochemical Properties of Membrane Adsorber from Palm Empty Fruit Bunch (PEFB) by Acid Activation. *J Membrane* , 11, 917. <https://doi.org/10.3390/membranes11120917>

Pebriani, H.R., Rilda, Y. dan Zulhadjri. (2012).Modifikasi Komposisi Kitosan pada Proses Sintesis Komposit Tio₂- Kitosan. *J. Kimia Unand*.1(1): 40-47.

Sarni., Hasnah Natsir., Seniwati Dali., 2016. Produksi Oligomer Kitosan dari Limbah Udang Windu (*Panaeus monodon*) Menggunakan Enzim Kitosanase dari Isolat Bakteri *Klebsiella sp* Ind.*J. Chem. Res* , 2016, 3, 283 - 289

Szabo Z., Mrosvolgi T., Szabo E., Koczka V., Verzar Z., Figler M and Decsi T. 2022 .Effect of Repeated Heating on Fatty Acid Composition of Plant -Based Cooking Oil . *J. Foods* 11, 192. [https:// doi.org/10.3390/food1102019](https://doi.org/10.3390/food1102019)

Widya Pangestika, Nusaibah Nusaibah, Amalia Noer Dwiyana. 2021 . Pemanfaatan Kitosan Dan Ekstrak Bunga Kecombrang Untuk Pembuatan Minuman Kesehatan.*Media Teknologi Hasil Perikanan*.

Wiege B., Fehling E., Matthäus B and Schmidt M. 2020.Changes in Physical and Chemical Properties of Thermally and Oxidatively Degraded Sunflower Oil and Palm Fat..*J Foods* 9, 1273 .

Xiong Q and Zhang F. 2022. Study on the Performance of Composite Adsorption of Cu²⁺ by Chitosan/β-Cyclodextrin Cross-Linked Zeolite. *J.Sustainability* 14 2106. . <https://doi.org/10.3390/su14042106>