

## Efek Penambahan Biopolimer Kitosan Terhadap Daya Adsorpsi Nanomontmorillonit dalam Meningkatkan Mutu *Patchouli Alcohol* Minyak Nilam Aceh

Munazar<sup>1</sup>, Tisna Harmawan<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departement of Chemistry, Faculty of Engineering, Universitas Samudra  
Jl. Meurandeh, Langsa Aceh 24416, Indonesia

\* Corresponding author: tisna\_harmawan@unsam.ac.id

### ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui dampak penambahan kitosan sebagai biopolimer dalam nanomontmorillonit terhadap kualitas minyak nilam, baik dalam hal warna maupun kadar *Patchouli Alcohol* (PA). Beberapa variasi kitosan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25; dan 1,50 g. Minyak nilam diperoleh dari daun nilam melalui proses penyulingan atau ekstraksi minyak atsiri. Penyulingan minyak nilam masih menggunakan teknik yang cukup sederhana, sehingga dapat menimbulkan reaksi oksidasi, hidrolisis, atau polimerisasi. Minyak memiliki warna yang cenderung kehitaman atau memiliki sedikit kehijauan dikarenakan terdapat kandungan logam  $Fe^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  di dalamnya. Perubahan ini berdampak pada penurunan kualitas senyawa PA dalam minyak nilam. Mutu minyak nilam yang sesuai dengan standar SNI 06-2385-2006 adalah berwarna kuning muda dan memiliki kandungan PA lebih dari 30%. Hasil analisis dengan menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) menunjukkan bahwa kandungan PA dalam minyak nilam adalah 30,81%, namun setelah melalui proses adsorpsi dengan menggunakan 1,50 g kitosan yang dicampur nanomontmorillonit, kadar PA mengalami peningkatan sebesar 6,83%, menjadi 37,64%. Menurut hasil analisis yang dilakukan, diketahui bahwa penambahan adsorben nanomontmorillonit dan Kitosan dapat meningkatkan konsentrasi PA dalam minyak nilam Aceh.

Kata Kunci: Kitosan, Nanomontmorillonit, Minyak Nilam, *Patchouli Alcohol*

### PENDAHULUAN

Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* benth.) sedang sangat populer di industri essential oil saat ini. Dalam industri parfum dan obat-obatan, minyak nilam seringkali digunakan secara luas. Sekarang ini, budidaya tumbuhan tersebut menarik perhatian petani di Aceh, terutama di wilayah barat dan utara Aceh. Banyak petani nilam di Aceh menggunakan drum bekas untuk menghasilkan minyak nilam. Petani yang mencoba mengolah minyak atsiri masih mengandalkan metode sederhana dan belum menerapkan teknik penyulingan yang optimal dan efektif. Pemisahan minyak setelah proses distilasi, penggunaan wadah yang tidak memadai, dan penyimpanan produk yang kurang tepat dapat mengakibatkan terjadinya reaksi yang tidak diinginkan seperti oksidasi, hidrolisis, atau polimerisasi. Secara umum, minyak yang diproduksi akan memiliki tampilan lebih gelap dan berwarna cenderung hitam atau sedikit hijau karena terkontaminasi oleh logam  $Fe^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$ . Perubahan ini akan berdampak pada karakteristik fisik dan kimia minyak. Agar minyak yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang ditetapkan, diperlukan pemahaman yang mendalam tentang proses distilasi minyak yang efektif dan benar [1].

Persyaratan kualitas minyak nilam Indonesia mengikuti standar mutu SNI [2], dengan kadar *Patchouli Alcohol* (PA) minimal 30% dan warna minyak nilam coklat kemerahan hingga kuning muda. Ketika minyak nilam memiliki mutu yang baik, maka harganya akan menjadi tinggi [3] [4]. Mutu minyak nilam dapat diperbaiki dengan menggunakan material nanomontmorillonit sebagai bahan penyerap. Montmorillonit adalah sejenis adsorben yang cenderung menyerap air sehingga kapasitasnya untuk menyerap zat organik seperti minyak masih terbatas rendah. Selain itu, montmorillonit juga memiliki permukaan yang luas dan kemampuan untuk melakukan pertukaran ion yang besar [5]. Ini dikarenakan montmorillonit memiliki susunan kristal dengan kisi struktural, dan juga terdapat ion bermuatan positif (kation) yang dapat berinteraksi dengan air melalui proses pertukaran dan penarikan. Montmorillonit dibentuk oleh lapisan mineral silikat yang saling terhubung melalui gaya *van der Waals*, menciptakan sebuah struktur yang mengikat satu sama lain. Ion positif (kation) mengisi ruang di antara lapisan-lapisan. Proses pertukaran kation antara lempung dan kation organik dalam lapisan silikat dapat mengalami transformasi ke dalam struktur lempung. Montmorillonit, sebuah jenis mineral lempung, memiliki kapasitas untuk

menyerap air dan memperluas ukurannya. Selain itu, mineral ini juga memiliki kemampuan untuk menahan dan mengikat senyawa organik dan anorganik pada lapisan antar partikelnya. Montmorillonit umumnya digunakan sebagai penguat dan pengisi dalam matriks polimer [6] [7] [8].

Menurut studi yang dilakukan mengenai pemurnian minyak nilam menggunakan nanomontmorillonit, perubahan warna terjadi dari cokelat kemerahan yang gelap menjadi cokelat yang kekuningan dan jernih dalam waktu antara satu hingga dua jam. Perbandingan yang digunakan adalah 10:2, yaitu sepuluh bagian minyak nilam untuk dua bagian nanomontmorillonit [9]. Dalam rangka penelitian ini, diperlukan perubahan pada nanomontmorillonit dengan menggunakan kitosan dalam lapisan antarlapisannya. Tujuan dari memperoleh organofilisitas dalam kitosan yang diletakkan pada interlayer montmorillonit adalah untuk mengubah sifat hidrofiliknya menjadi organofilik. Kehadiran kitosan dalam lapisan perantara montmorillonit diharapkan dapat meningkatkan kemampuan montmorillonit dalam menyerap senyawa organik. Selain dapat meningkatkan ukuran permukaan montmorillonit, keberadaan pasangan elektron bebas pada gugus OH dan NH<sub>3</sub> pada kitosan juga berfungsi sebagai penghubung yang berinteraksi dengan zat warna yang bermuatan positif atau logam positif melalui pembentukan ikatan kovalen koordinasi [5]. Tulisan ini menjelaskan bahwa penelitian telah dilakukan untuk menyelidiki bagaimana penambahan biopolimer kitosan dapat meningkatkan kemampuan nanomontmorillonit dalam menyerap PA minyak nilam Aceh, dengan mempertimbangkan latar belakang yang relevan.

## BAHAN DAN METODE

### Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kulit udang, akuades, NaOH, HCl, CH<sub>3</sub>COOH, kertas saring, indikator universal dan nanomontmorillonit dari Aceh Tamiang dan minyak nilam dari Kabupaten Gayo Lues Aceh.

Peralatan yang digunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer*, kaca arloji, cawan petri, pipet tetes, neraca analitik, pipet ukur, gelas kimia, erlenmeyer, spatula, termometer, gelas ukur, corong, vial, refluks dan seperangkat alat GC-MS dan FTIR.

### Metode

Studi ini mengadopsi pendekatan *mixed-method*, dengan menggabungkan metode kualitatif menggunakan uji organoleptik (warna) dan metode kuantitatif menggunakan analisis *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) untuk mengukur mutu *Patchouli Alcohol* (PA). Metode eksperimen digunakan dalam pengumpulan data untuk menganalisis perubahan minyak nilam sebelum dan setelah proses penambahan dengan nanomontmorillonit dan kitosan.

### Isolasi Kulit Udang Menjadi Kitosan

Kulit udang dibersihkan dan dijemur hingga kering. Selanjutnya kulit udang dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk. Sebanyak 36 g serbuk kulit udang dimasukkan ke dalam gelas kimia 500 mL dan dilakukan proses deproteinasi untuk menghilangkan kandungan protein yang terdapat dalam serbuk kulit udang dengan menambahkan 250 mL NaOH 5% (b/v) dan direfluks pada suhu 70°C selama 60 menit. Kemudian serbuk kulit udang dicuci hingga pH 7. Selanjutnya proses demineralisasi terhadap serbuk kulit udang dilakukan dengan cara menambahkan HCl 10% (v/v) dan direfluks pada suhu 50°C selama 60 menit hingga gelembung gasnya hilang, kemudian dicuci serbuk kulit udang hingga pH 7. Selanjutnya proses deasetilasi dilakukan dengan cara menambahkan 100 mL NaOH 50% (b/v) ke dalam serbuk kulit udang dan direfluks pada suhu 110°C selama 120 menit. Untuk memastikan bahwa kitosan telah terbentuk maka dilarutkan dalam 5% CH<sub>3</sub>COOH (v/v). Jika larut maka kitosan sudah terbentuk. Selanjutnya kitosan yang terbentuk dikarakterisasi menggunakan FTIR [10].

### Analisis Mutu Minyak Nilam Aceh Terhadap Daya Adsorpsi Nanomontmorillonit dan Kitosan Menggunakan GC-MS

Sebelum diadsorpsi, dilakukan pengujian organoleptik terhadap minyak nilam sebanyak 10 mL untuk menentukan warna awal, dan kemudian dilakukan analisis GC-MS. Selanjutnya, minyak nilam diserap menggunakan 2 g nanomontmorillonit dan 0,50 g kitosan selama 2 jam hingga terjadi pencampuran antara nanomontmorillonit dan kitosan. Setelah itu, cairan tersebut difiltrasi dan hasil saringannya dituangkan ke dalam gelas kimia. Kemudian, filtrat diambil untuk menjalani pengujian organoleptik guna memeriksa perubahan warna setelah adsorpsi menggunakan nanomontmorillonit dan kitosan. Filtrat tersebut dipindahkan ke dalam botol vial dan sampel siap dianalisis menggunakan GC-

MS kembali [11]. Hal yang sama dilakukan untuk konsentrasi perbandingan nanomontmorillonit: kitosan (b/b) yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Konsentrasi perbandingan nanomontmorillonit : kitosan (b/b).

Minyak Nilam (mL)	Nanomontmorillonit (g)	Kitosan (g)
10	0	0
10	2	0
10	2	0,50
10	2	0,75
10	2	1,00
10	2	1,25
10	2	1,50

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dipreparasi kitosan dari kulit udang. Kitosan hasil preparasi selanjutnya digunakan pada pemurnian minyak nilam dengan penambahan nanomontmorillonit. Parameter yang diamati terhadap kualitas minyak nilam setelah adsorpsi menggunakan kitosan dan nanomontmorillonit yaitu perubahan warna dan kadar *patchouli alcohol*.

### Isolasi Kitosan Dari Kulit Udang

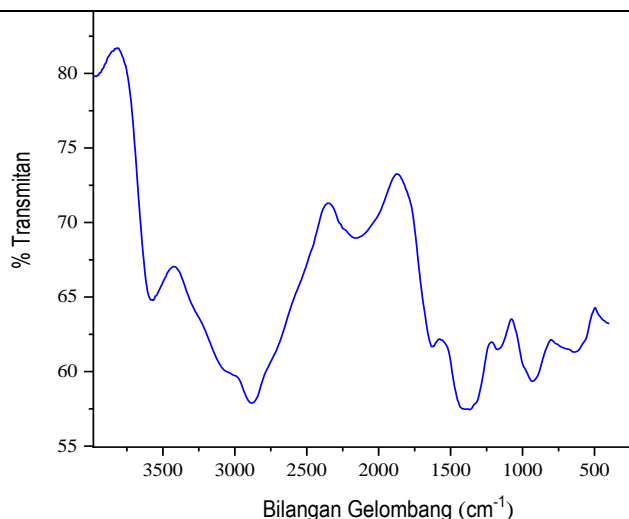
Hasil dari isolasi kulit udang menjadi kitosan dapat dilihat pada Gambar 1. Proses isolasi kitosan dari kulit udang diawali dengan tahapan deproteinasi, demineralisasi, dan deasetilasi sehingga mineral atau bahan organik lainnya dan protein pada bahan baku kulit udang terlarut dalam larutan HCl maupun NaOH. Tahap deproteinasi dilakukan dengan cara menambahkan 36 g serbuk kulit udang dengan menambahkan 250 mL NaOH 5% (b/v) dan direfluks pada suhu 70°C selama 60 menit. Reaksi ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan protein yang terdapat pada kulit udang. Protein yang terkandung dalam kulit udang akan diperoleh kembali sebagai natrium proteinat. Ion Na<sup>+</sup> akan berikatan dengan ujung rantai protein yang bermuatan negatif (-) dan larut dalam larutan ekstraksi, sehingga akan tertarik pada senyawa serta membentuk ikatan. Dalam proses ini terjadi perubahan warna pada

serbuk kulit udang yang awalnya berwarna putih kegelapan menjadi *orange*. Tahap demineralisasi dilakukan untuk menghilangkan senyawa anorganik atau mineral yang terdapat pada kulit udang dengan menambahkan 10% HCl ke dalam serbuk kulit udang dan direfluks pada suhu 50°C selama 60 menit. Semakin besar kehilangan mineral, semakin tinggi kualitas kitin yang dihasilkan. Mineral yang terkandung dalam kitin meliputi kalsium fosfat, kalsium karbonat, dan magnesium karbonat. Mineral ini akan bereaksi dengan HCl membentuk garam CaCl<sub>2</sub> dan MgCl. Tahap deasetilasi dilakukan untuk menghilangkan gugus asetil dari polimer kitin dengan menambahkan 100 mL NaOH 50% (b/v) ke dalam serbuk kulit udang dan direfluks pada suhu 110°C selama 120 menit. Konsentrasi larutan NaOH yang digunakan pada tahap deasetilasi lebih besar dibandingkan dengan tahap deproteinasi dan proses ini dilakukan secara terpisah untuk menghilangkan protein yang mengganggu reaksi deasetilasi. Deasetilasi merupakan salah satu reaksi penting untuk mengubah kitin menjadi kitosan. Pada proses deasetilasi, ikatan N-asetil pada kitin (rantai C-2) bereaksi dengan NaOH menghasilkan kitosan.



**Gambar 1.** Hasil isolasi kitosan dari kulit udang: (a) kulit udang, (b) kitosan

Serbuk kulit udang yang telah diperoleh dikarakterisasi menggunakan instrumentasi FTIR. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam kitosan yang terdapat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2 spektra FTIR kitosan menandakan adanya serapan pada daerah bilangan gelombang 1531,49 cm<sup>-1</sup> yang menandakan adanya gugus fungsi N-H (*stretching*), 1643,35 cm<sup>-1</sup> menandakan adanya gugus fungsi C-C (*stretching*), 1813,08 cm<sup>-1</sup> menandakan adanya gugus fungsi C=O (*bending*), 2889,36 cm<sup>-1</sup> menandakan adanya gugus fungsi C-H (*stretching*) dan 3603,65 cm<sup>-1</sup> menandakan adanya gugus fungsi OH (*bending*). Sehingga disimpulkan bahwa kitosan memiliki gugus fungsional di antaranya O-H, C-H (alkana), C-C, (alkana), C=O, dan N-H [12].



Gambar 2. Spektra FTIR hasil isolasi kitosan

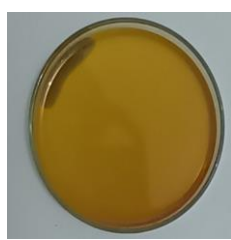
Warna sampel minyak nilam murni yaitu coklat kemerahan, penambahan 2 g adsorben nanomontmorillonit ke dalam minyak nilam tidak terjadi perubahan warna dan warna yang sama dihasilkan setelah penambahan adsorben nanomontmorillonit dengan variasi kitosan 0,50 g. Perubahan warna minyak nilam dari coklat kemerahan menjadi coklat kekuningan terjadi setelah penambahan adsorben nanomontmorillonit dengan variasi kitosan 0,75 g, hal yang sama juga terjadi pada penambahan 1 g dan 1,25 g. Kemudian pada penambahan adsorben nanomontmorillonit dengan variasi kitosan 1,50 g terjadi perubahan warna menjadi kuning muda. Pengamatan warna pada minyak nilam Aceh sebelum dan sesudah diadsorpsi menggunakan nanomontmorillonit dengan variasi kitosan dapat dilihat pada Gambar 3.

### Pengamatan Secara Visual Perubahan Warna Minyak Nilam

Perubahan warna dilakukan dengan pengamatan visual dengan jarak pandang sekitar 20 cm.



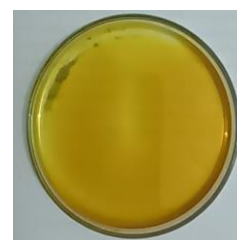
Minyak Nilam



Minyak Nilam + 2 g  
Nanomontmorillonit  
+ 0 Kitosan



Minyak Nilam + 2 g  
Nanomontmorillonit  
+ 0,50 g Kitosan



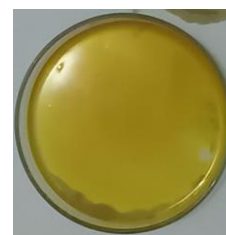
Minyak Nilam + 2 g  
Nanomontmorillonit  
+ 0,75 g Kitosan



Minyak Nilam + 2 g  
Nanomontmorillonit  
+ 1 g Kitosan



Minyak Nilam + 2 g  
Nanomontmorillonit  
+ 1,25 g Kitosan



Minyak Nilam + 2 g  
Nanomontmorillonit  
+ 1,50 g Kitosan

Gambar 3. Perubahan minyak nilam sebelum dan sesudah adsorpsi

Dari Gambar 3 dapat diamati bahwa warna minyak nilam mengalami perubahan setelah diserap menggunakan nanomontmorillonit dengan variasi kitosan. Perubahan warna pada minyak nilam terjadi pada variasi kitosan 0,75 g

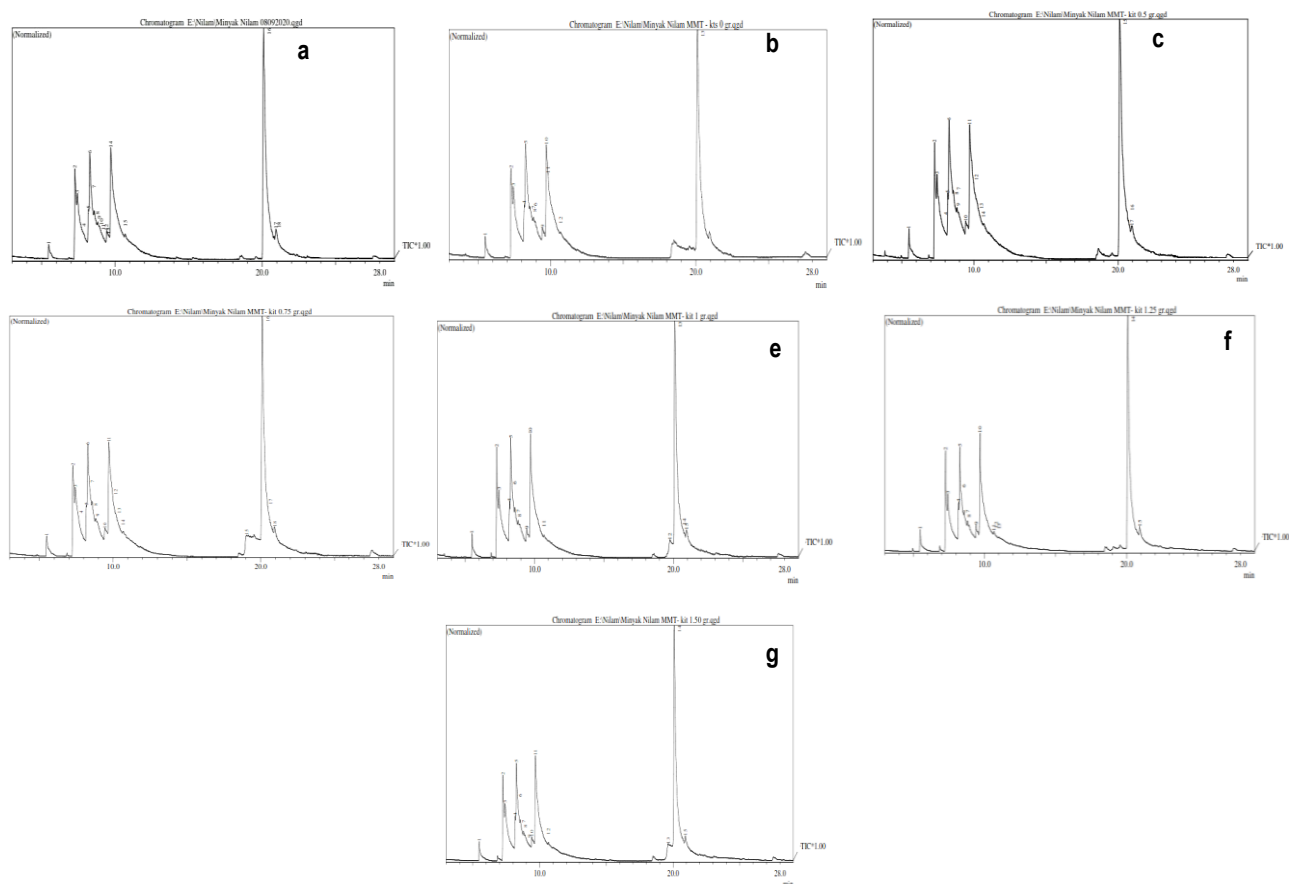
dan 1,50 g, sedangkan pada variasi kitosan 1 g dan 1,25 g tidak terjadi perubahan warna. Adsorpsi warna pada minyak nilam meningkat seiring bertambahnya konsentrasi kitosan [13]. Pada konsentrasi kitosan yang kecil, rasio ion

logam terhadap jumlah adsorpsi juga kecil, sehingga adsorpsi tidak tergantung pada jumlah pada adsorben. Dengan bertambahnya jumlah kation dalam larutan, jumlah kation yang teradsorpsi pada adsorben juga meningkat. Hal ini menandakan jumlah adsorpsi pada adsorben lempung terpillar masih cukup tersedia untuk mengadsorpsi sejumlah kitosan yang dikontakkan, atau dengan kata lain tidak terjadi perebutan adsorpsi di antara kitosan di dalam larutan. Hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa pada variasi kitosan 1,50 g terjadi perubahan warna dari coklat kemerahan menjadi kuning muda yang mengindikasikan bahwa zat pengotor pada minyak nilam, seperti  $Fe^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  telah teradsorpsi oleh nanomontmorillonit dan kitosan. Komponen pengotor minyak nilam biasanya terjadi karena belum sempurnanya teknik penyulingan yang masih menggunakan drum bekas, yang menyebabkan kontaminasi dari logam  $Fe^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  [1]. Hal inilah yang menyebabkan minyak

nilam tidak memenuhi standar mutu SNI 06-2385-2006.

#### Analisis Mutu *Patchouli Alcohol* (PA) Minyak Nilam Menggunakan GC-MS

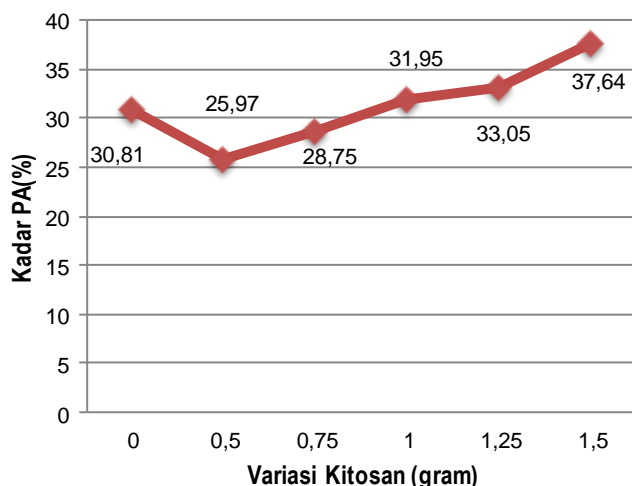
*Patchouli alcohol* (PA) merupakan senyawa seskuiterpen yang dapat diisolasi dari minyak nilam yang tidak larut dalam air, tetapi *patchouli alcohol* (PA) larut dalam pelarut organik seperti alkohol dan eter. Titik didih *patchouli alcohol* (PA) adalah  $280,37^{\circ}C$  dan titik leleh kristal yang terbentuk adalah  $56^{\circ}C$  [14]. Minyak nilam merupakan minyak atsiri yang bersifat mudah menguap, maka dari itu untuk mengetahui mutu *patchouli alcohol* (PA) pada minyak nilam dilakukan analisis GC-MS yang dapat mengelusi dengan fase gerak berupa gas [15]. Kromatogram yang dihasilkan dari analisis minyak nilam dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Kromatogram GC-MS (a) Minyak nilam sebelum adsorpsi, (b) Minyak nilam + 2 g nanomontmorillonit+ 0 g kitosan, (c) Minyak nilam + 2 g Nanomontmorillonit + 0,50 g Kitosan, (d) Minyak Nilam + 2 g Nanomontmorillonit + 0,75 g Kitosan, (e) Minyak nilam + 2 g Nanomontmorillonit + 1 g Kitosan, (f) Minyak nilam + 2 g Nanomontmorillonit + 1,25 g Kitosan, (g) Minyak nilam + 2 g Nanomontmorillonit + 1,50 g Kitosan



Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa hasil GC-MS minyak nilam sebelum adsorpsi diperoleh persentase kadar PA sebesar 33,29% pada waktu retensi 20,095. Pada akhir kromatogram minyak nilam tersebut terdapat puncak tertinggi yang menandakan adanya *patchouli alcohol*. Hal ini menunjukkan bahwa PA merupakan komponen yang memiliki titik didih relatif tinggi dalam minyak nilam. Titik didih yang relatif tinggi tersebut menunjukkan sifat *fixative* pada minyak nilam, sifat inilah yang merupakan ciri khas dari minyak nilam. Sifat *fixative* adalah sifat yang mengikat senyawa atsiri lainnya, jika minyak nilam dicampur ke dalam senyawa atsiri yang titik didih relatif rendah akan menaikkan titik didih campurannya [11]. Hasil penelitian yang telah dilakukan adsorpsi minyak nilam dengan nanomontmorillonit 2 g tanpa kitosan diperoleh persentase kadar PA sebesar 30,81%. Pada variasi penambahan kitosan 0,5 g; 0,75 g; 1 g; 1,25 g dan 1,5 g menghasilkan kadar persentase PA berturut-turut 25,97%; 28,75%; 31,95%; 33,05% dan 37,64% yang ditampilkan pada Gambar 5.



**Gambar 5.** Grafik kadar *patchouli alcohol* (PA) minyak nilam aceh sesudah adsorpsi

Pada proses adsorpsi dengan variasi kitosan 0,5 g terjadi penurunan persentase *patchouli alcohol*. Pada variasi massa kitosan yang terlalu kecil dimungkinkan pengotor yang telah terikat oleh kitosan dapat terlepas kembali (desorpsi) [16][17]. Kurang efektifnya adsorben kitosan dalam menghilangkan pengotor dari minyak nilam dan juga adanya proses hidrolisa, oksidasi, resinifikasi, dan pencampuran minyak dengan bahan lain atau penggunaan wadah penyimpanan, dapat mengakibatkan penurunan

konsentrasi PA dalam minyak nilam. Peningkatan konsentrasi PA menunjukkan bahwa nanomontmorillonit dan kitosan memiliki kemampuan untuk menyerap zat-zat pencemar seperti  $\text{Cu}^{2+}$  dan  $\text{Fe}^{2+}$  yang ada dalam minyak nilam [18]. Menurut analisis GC-MS pada minyak nilam setelah adsorpsi menggunakan nanomontmorillonit dengan variasi kitosan, didapatkan hasil bahwa semakin banyak kitosan yang ditambahkan sebagai adsorben, maka kadar PA pada minyak nilam akan meningkat. Faktor yang menyebabkan kemampuan kitosan dalam mengikat pengotor dalam minyak nilam semakin meningkat adalah karena jumlah kitosan yang semakin bertambah.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa PA pada minyak nilam sesuai dengan SNI 06-2385-2006 yaitu minimal 30%. Kandungan PA dalam minyak nilam sebelum dan setelah diserap menggunakan nanomontmorillonit dengan variasi 1,50 g kitosan meningkat sebesar 6,83%. Sebelum diserap, kandungan PA dalam minyak nilam adalah 30,81%, sedangkan setelah diserap menjadi 37,64%. Pada penelitian minyak nilam dengan nanomontmorillonit, variasi yang optimal dari kitosan terjadi pada penggunaan sebanyak 1,50 g.

### REFERENSI

- [1] Rihayat, T., Satriananda, Sami, M., dan Fitriani. 2016. *Sintensa Peliuretan/Bentonit/ Kitosan Nanokomposif untuk Sifat Tahan Panas Material Coating*. Seminar Nasional: Lembaga Penelitian dan Perberdayaan Masyarakat (LPPM). UNMAS, Denpasar.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. 2006. *Standar Nasional Indonesia*. SNI 06-2385-2006. ICS 71.100.60
- [3] Abraham R, Rudi, L, Arniah, Arham, L. O., dan Wati, M. E. 2019. Analisis Kualitas Minyak Nilam Asal Kolaka Utara sebagai Upaya Meningkatkan dan Mengembangkan Potensi Tanaman Nilam (*Pogostemon* sp.) di Sulawesi Tenggara. *Akta Kimia Indonesia*, 4 (2): 133-144.
- [4] Hariyani, Widaryanto, E dan Herlina, N. 2015. Pengaruh Umur Panen terhadap Rendemen dan Kualitas Minyak Atsiri Tanaman Minyak Nilam (*Pogostemon*

- cablin Benth). *Jurnal Produksi Tanaman*, 3 (3): 205-2011.
- [5] Machiril, D., Jumaeri dan Kusumastuti, E. 2017. Interkalasi Montmorillonit dengan Kitosan Serta Aplikasinya Sebagai Adsorben Methylene Blue. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6 (2): 117-124.
- [6] Wahyuningsih, P dan Harmawan, T. 2020. Synthesis and Characteritaton of Acid-Activated Bentonite from Aceh Tamiang. *In Materials Siene and Engineering Conferene Series*, 725 (1), p.012050.
- [7] Harmawan, T., Amri. Y dan Fadly. T. A. 2019. Isolation and Characterization Montmorillonite Nanoparticles of Aceh Tamiang Bentonite as Pathouli oil (*Pogostemon cablin*) Bleaching. *Oriental Journal of Chemistry*, 35 (5), 1535:15380.
- [8] Nugraha, I dan Hidayati, K. 2017. Pengaruh Penambahan Montmorillonit pada Sifat Mekanik Material Komposit Edible Film Gelatin Ceker Ayam-Montmorillonit. *ALCHEMY: Journal of Chemistry*, 5 (3): 92-99.
- [9] Ramayanti, D., Harmawan, T., & Fajri, R. 2021. Analisis Kadar Patchouli Alcohol Menggunakan Gas Chromatography–Mass Spectrometry (GC–MS) pada Pemurnian Minyak Nilam (*Pogostemon cablin* B.) Aceh Tamiang dengan Nanomontmorillonite. *al-Kimiya: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan*, 8(2), 68-74.
- [10] Fajri, R dan Amri, Y. 2018. Uji Kandungan Kitosan Dari Limbah Cangkang Tiram (*Crassostrea* Sp.). *Jurnal Jeumpa*, 5 (2), 101-105.
- [11] Hardyanti, I. S., Septyaningsih, D., Nuraini, I., dan Wibowo A. P. 2016. Analisis Kadar Patchouli alcohol (PA) Menggunakan Gas Chromatography pada Pemurnian Minyak Nilam Menggunakan Adsorben Zeolit. *Jurnal Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi*, 2 (1): 392:395.
- [12] Rumengan, I. F. M., Suptijah, P., Salindeho, N., Wullur, S., dan Luntungan, A. H. 2018. *Nano Kitosan dari Sisik Ikan serta Aplikasinya sebagai Pengemas Produk Perikanan*, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Unsrat.
- [13] Bahri, S., Muhdarina, Nurhayati dan Andiyani, F. 2011. Isoterma dan Termodinamika Adsorpsi Kation  $\text{Cu}^{2+}$  Fasa Berair pada Lempung Cengar Terpillar. *Jurnal Natur Indonesia*, 14 (1): 7-13.
- [14] Diyanti, R. O dan Sudarmin. 2015. Sistensis Senyawa Organonitrogen dari Patchouli Alkohol Melalui Reaksi Ritter sebagai Antimikroba. *Jurnal Fmipa Universitas Semarang*, 4 (3): 218-222.
- [15] Hasanah, A. N., Nazaruddin, F., Febrina, E., dan Zuhrotun, A. 2011. Analisis Kandungan Minyak Atsiri dan Uji Aktivitas Antiinflamasi Ekstrak Rimpang Kencur (*Kaempferia galanga* L.). *Jurnal Matematika & Sains*, 16 (3); 147-152.
- [16] Pitriani, P. 2018. Sintesis dan Aplikasi Kitosan dari Cangkang Ranjungan (*Portunus pelagius*) sebagai Penyerap Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) untuk Pemurnian Natrium Silikat. *Skripsi*. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- [17] Susanti, F., Harmawan, T., & Wahyuningsih, P. (2021). Pengaruh Interkalasi Mikro Montmorillonit Dengan Mikro Kitosan Sebagai Adsorben Untuk Meningkatkan Mutu Minyak Nilam. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 43(2), 133-142.
- [18] Zaimah, S. 2014. Pengujian Kualitas dan Komposisi Kimia Minyak Nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Indo. J.Chem Res*, 2(1): 1-9.