

PENINGKATAN KUALITAS GONDORUKEM DENGAN PENAMBAHAN CHELATING AGENT DAN ADSORBEN PADA PROSES PENGOLAHAN GETAH KARET (PINUS MERKUSII) DI PT. PERHUTANI ANUGERAH KIMIA

Rahmad Abubakar Nur Hidayat¹, Satrio Nugroho¹, Heny Dewajani¹, Aris Yuni²

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia

²PT. Perhutani Anugerah Kimia, Jl. Kanjeng Jimat, Trenggalek, Indonesia

rahmadranh@gmail.com, [henyhp@gmail.com]

ABSTRAK

Gondorukem merupakan hasil getah yang disadap dari pohon pinus. Untuk meningkatkan harga jual gondorukem maka sebelum dijual ke pasaran getah pinus akan mengalami proses pemurnian. Oleh karenanya diperlukan perbaikan proses pemurnian dan pencucian getah karet sebagai bahan baku dengan cara penambahan bahan yang bersifat *adsorbing* dan *dechelating* yaitu Zeolit dan EDTA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi EDTA, zeolit dan campuran EDTA-zeolit terhadap sifat fisik-kimia gondorukem. Tahapan pemurnian yaitu pencucian larutan getah dengan asam oksalat, kemudian penambahan konsentrasi zeolit 1%, 2%, 3% 4% EDTA 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2% dan campuran zeolit 1, 2, 3, 4% dan EDTA 0,3, 0,6, 0,9, 1,2% dari massa getah. Lalu dilakukan distilasi untuk mendapatkan hasil gondorukem, kemudian dilakukan analisa kualitas produk. Analisa yang dilakukan adalah uji warna gardner, uji titik lunak, dan uji kadar asam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu hanya berpengaruh nyata terhadap warna, titik lunak dan bilangan asam gondorukem yang dihasilkan. Penambahan EDTA dengan konsentrasi 0,6% titik lunak yang dihasilkan berkisar antara 78°C – 88°C dengan bilangan asam berkisar antara 184,2 mg KOH/g – 201,65 mg KOH/g. Lamanya waktu berpengaruh terhadap titik lunak dan bilangan asam sedangkan variasi konsentrasi EDTA berpengaruh pada warna yang dihasilkan.

Kata kunci: *Gondorukem, konsentrasi, waktu, adsorbing dan dechelating*

ABSTRACT

Gondorukem is result of sap tapped from pine trees. To increase selling price of gondorukem, before being sold to market, pine sap will undergo a refining process. Therefore, it's necessary to improve purification and washing of rubber latex as raw material by adding adsorbing and dechelating materials, namely Zeolite and EDTA. physical-chemical gondorukem. Purification stage is washing the sap solution with oxalic acid, then adding zeolite concentration of 1%, 2%, 3% 4% EDTA 0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2% and zeolite mixture 1, 2, 3, 4% and EDTA 0,3, 0,6, 0,9, 1,2% of mass sap. Then do distillation to get gondorukem results, then do the product quality analysis. The analysis carried out was environmental test, soft point test, and acid level test. The results showed that concentration and time only had a significant effect on the color, soft point and number of Gondorukem acid produced. The addition of EDTA with a concentration of 0.6% of resulting soft point ranged from 78°C - 88°C with an acid number ranging from 184,2 mg KOH/g – 201,65 mg KOH/g. The length of time affects soft point and acid number, while variation in EDTA concentration affects resulting color.

Keywords: *Gondorukem, concentration, time, adsorbing and dechelating*

1. PENDAHULUAN

Salah satu produk hasil hutan bukan kayu yang mempunyai prospek cukup cerah di masa mendatang untuk dikembangkan di Indonesia adalah gondorukem (getah pinus) yang merupakan hasil destilasi dari getah (oleo-resin) yang disadap dari pohon pinus (*P. merkusii*). Getah pinus dapat diolah menjadi gondorukem. Penggunaannya antara lain sebagai bahan pelunak plester serta campuran perban gigi, sebagai campuran perona mata (*eyeshadow*) dan penguat bulu mata, sebagai bahan perekat warna pada industry percetakan (tinta), cat (lak), pembuatan kertas, sabun, dan resin [1]. Peluang mengembangkan industri gondorukem (getah pinus) ini cukup besar, mengingat potensi hutan pinus yang cukup besar yang belum dimanfaatkan secara optimal.

Di Indonesia produksi gondorukem dikelola oleh PT. Perhutani yang merupakan BUMN. Pada tahun 2010, harga gondorukem di pasar internasional mencapai US\$ 2.900 per ton dan PT. Perhutani menargetkan produksi getah pinusnya menjadi 90.000 ton atau naik 8,06% karena banyaknya permintaan dari pasar Internasional. Semakin tinggi kualitas gondorukem semakin tinggi nilai jualnya di pasar, selisih harganya dari kualitas tertinggi mencapai US\$100/ton. Sehingga perlu adanya upaya meningkatkan kualitas produk guna menghasilkan penghasilan yang maksimal. Mutu getah pinus ditentukan oleh kadar kotoran dan warnanya.

Kualitas *grade* gondorukem yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kandungan mineral dan ion logam dari pengotor getah yang berasal dari tanah. Proses pencucian menggunakan asam oksalat yang kurang maksimal menghilangkan ion logam. Proses pemasakan yang terlalu lama memungkinkan terjadi kehangusan, isomerisasi dan oksidasi asam resin. Kemungkinan terjadinya reaksi antara komponen dalam getah dengan ion besi yang berasal dari drum penampung dan pengolahan getah. Pengolahan getah pinus pada proses pencucian dilakukan dengan penambahan asam oksalat. Di anionnya dikenal sebagai oksalat, sebagai agen pereduktor untuk mengikat kotoran, ion besi dan ion tembaga yang tercampur dalam larutan getah pinus. Dari hasil pencucian menggunakan asam oksalat ternyata belum menghasilkan kualitas gondorukem yang maksimal karena pengotor yang bersifat emulsi/terlarut belum bisa terpisah, terlihat dari hasil produk gondorukem yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan (*Window Glass*). Upaya meningkatkan kualitas pernah dilakukan oleh pihak Perhutani dengan menambahkan Hidrogen Peroksida (H_2O_2) dan Asam Sulfit (H_3SO_3), tetapi penambahan bahan-bahan ini menyebabkan perubahan warna gondorukem menjadi kehijauan dan aroma yang cukup menyengat sehingga kurang diterima oleh pasar.

Dari latar belakang tersebut perlu dilakukan penelitian yang bertujuan meningkatkan kualitas gondorukem terutama dari warnanya dengan cara memperbaiki proses pemurnian dan pencucian getah karet sebagai bahan baku dengan cara penambahan bahan yang bersifat *adsorbing* dan *dechelating* yaitu Zeolit dan EDTA, proses adsorpsi adalah proses dimana molekul logam meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat kimia dan fisika mineral sedangkan *dechelating* adalah proses dimana *chelating agent* senyawa organik yang mampu mengikat ion logam membentuk struktur mirip cincin kompleks yang disebut *chelates* EDTA berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menon-aktifkan mineral penyebab kesadahan air dan dengan penambahan EDTA diharapkan dapat mengikat pengotor berupa logam yang bersifat emulsi yang tidak bisa dipisahkan dengan penambahan asam oksalat. Penambahan zeolit dilakukan dengan tujuan menghilangkan ion-ion logam pengotor dengan adsorpsi, dimana ion-ion logam tersebut teradsorb dalam zeolit.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di PT. Perhutani Anugerah Kimia, Trenggalek Jawa Timur. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah adsorpsi dan pembentukan senyawa kompleks.

Penelitian dilakukan dengan tahapan awal diambil larutan getah sebanyak 1250 gram dan ditampung kemudian dicuci larutan getah menggunakan asam oksalat sebanyak 0,25% dari massa larutan getah lalu ditambahkan zeolit alam (*Clinoptilolite*), EDTA (Na_2EDTA) atau campuran zeolit-EDTA ke dalam getah yang sudah dicuci dengan variabel konsentrasi zeolit (1%, 2%, 3%, 4%), EDTA (0,3%, 0,6%, 0,9%, 1,2%), campuran zeolit dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4% dan EDTA dengan konsentrasi 0.3, 0.6, 0.9, 1.2% dari massa getah, serta variabel waktu pemasakan yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit pada suhu 60°C, kemudian didistilasi campuran getah suhu 200°C, EDTA dan zeolit, lalu dianalisa kualitas meliputi warna, titik lunak, bilangan asam, komponen *non volatile* sesuai standar SNI Gondorukem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pemurnian yang dilakukan yaitu pencucian larutan getah dengan asam oksalat, kemudian penambahan zeolit, EDTA dan campuran. Setelah itu dilakukan distilasi untuk mendapatkan hasil gondorukem. Selanjutnya, dilakukan analisa kualitas produk terhadap gondorukem yang dihasilkan. Analisa yang dilakukan adalah uji warna gardner, uji titik lunak, uji kadar asam, dan uji komponen *non volatile*.

3.1 Uji Warna

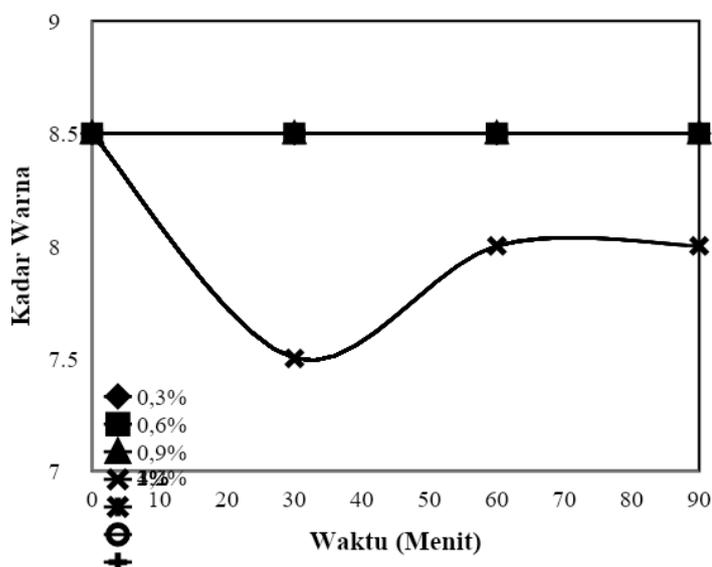
Pengujian warna yang dilakukan yaitu dengan metode gardner. Pengujian ini merupakan pengujian dengan teknik melarutkan gondorukem dengan suatu pelarut kemudian dicocokkan dengan standar warna gardner pada *liquid color illuminator*. Pelarut yang digunakan pada pengujian dengan metode gardner adalah xylene. Xylene sendiri merupakan pelarut yang umum untuk senyawa organik. Semakin gelap warna gondorukem maka mutunya akan semakin rendah. Hasil untuk mutu rata rata gondorukem setelah treatment pada Gardner adalah mutu N pada *grade 8+*. Untuk range kualitas warna gondorukem dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Mutu warna gondorukem

Mutu Gondorukem	Kualitas Warna	Bilangan Gardner
MUTU U (X) <i>Extra</i>	Kualitas Utama (Kuning Jernih)	≤ 6
MUTU P (WW) <i>Water White</i>	Kualitas Keduanya (Kuning)	≤ 7
MUTU D (WG) <i>Window Glass</i>	Kualitas Kedua (Kuning Kecoklatan)	≤ 8
MUTU T (N) <i>Nancy</i>	Kualitas Ketiga (Kecoklatan)	≤ 9

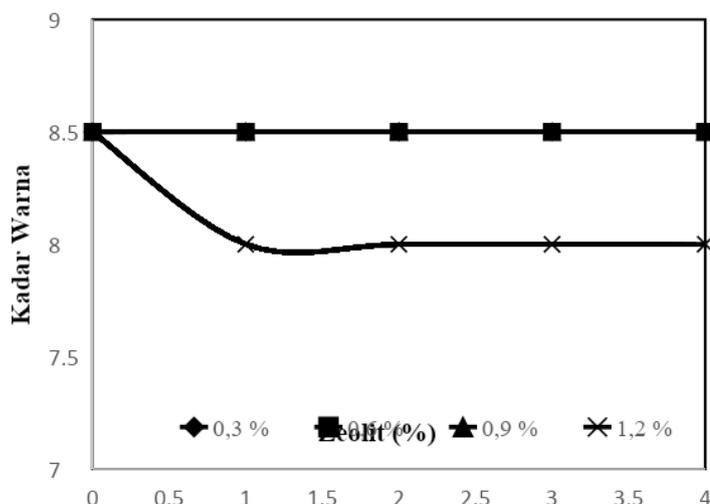
Faktor yang mempengaruhi warna suatu gondorukem yaitu jumlah pengotor dan pengaturan pemasakan larutan getah pinus menjadi gondorukem. Pengotor disini dapat berupa ion ferri yang ada pada gondorukem yang dapat menjadikan warna gondorukem menjadi kuning gelap. Untuk memisahkan ion ferri dapat digunakan asam oksalat dan air ke dalam *mixer*. Ion ferri diikat oleh ligan dari oksalat membentuk garam kompleks yang mengendap sebagai besi oksalat. Pengaturan suhu pemasakan dapat mempengaruhi warna gondorukem yang dihasilkan dari proses pengolahan getah pinus. Menurut Kirk & Othmer [2] mengatakan bahwa pemanasan yang terlalu lama merupakan faktor yang sangat berpengaruh

terhadap pengotoran warna gondorukem. Selain itu pengotoran warna pada gondorukem juga diduga disebabkan karena pada asam resin terdapat senyawa-senyawa yang tidak tersabunkan dan senyawa yang memiliki berat molekul tinggi [3].



Gambar 1. Hasil uji warna dengan penambahan edta & zeolit

Pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1, gondorukem setelah treatment dengan EDTA konsentrasi 0,3%, 0,6%, dan 0,9% yang dihasilkan memiliki dominan *Nancy* (kuning kecoklatan). Namun pada penambahan konsentrasi 1,2% berpengaruh terhadap perubahan kualitas warna OPR awal sebelum didistilasi. Perubahan warna gondorukem ini dipengaruhi oleh jumlah pengotor ion logam yang banyak bereaksi dengan EDTA membentuk senyawa kompleks. Sedangkan pengaruh waktu terhadap kualitas warna gondorukem semakin lama waktu treatment tidak terlalu signifikan dalam perubahan warna. Pengaruh waktu pun juga tidak berpengaruh dalam perubahan warna yang diharapkan.



Gambar 2. Hasil uji warna dengan penambahan edta dan zeolit pada 30 menit

Sedangkan pada Gambar 2 penambahan menggunakan campuran keduanya mengambil sampel pada waktu 30 menit yang terbaik. Dari hasil yang diperoleh pada

campuran cenderung naik kemudian turun hal ini dipengaruhi beberapa faktor mulai dari selektivitas zeolit dalam menukar kation, rasio Si/Al dalam zeolit yang mempengaruhi terjadinya perubahan medan magnet elektrostatis dalam zeolit, sehingga mempengaruhi interaksi adsorpsi zeolit. Dapat disimpulkan dari data yang ada kondisi treatment terbaik pada konsentrasi zeolit 1% dan 3% konstan, namun dikondisi campuran 1:0,3 % dan 3:0,9 % justru berbeda. Hal ini karena kondisi maksimal campuran dalam mengikat ion logam sehingga tidak ada perubahan signifikan terhadap kualitas warna gondorukem.

Proses pertukaran ion pada penambahan zeolit, kation dalam kerangka zeolit ditukar dan disubstitusi tanpa merubah struktur kerangka (isomorfis) dan menimbulkan gradien medan listrik dalam kanal-kanal dan ruangan-ruangan zeolit [4]. Gradien ini akan dialami semua adsorbat yang masuk ke pori zeolit, karena kecilnya diameter pori yang ukurannya beberapa angstrom. Sebagai akibatnya kelakuan-kelakuan zat teradsorpsi seperti tingkat disosiasi, konduktivitas dan lain-lain akan berbeda dari kelakuan zat yang bersangkutan dalam keadaan normalnya. Molekul yang polar akan berinteraksi lebih kuat dengan gradien medan elektronik intrakristal, dibanding molekul-molekul non polar. Zeolit yang banyak mengalami substitusi kerangka isomorfis, sehingga cenderung memilih molekul-molekul yang polar untuk diadsorpsi. Sebaliknya molekul-molekul non polar akan diserap oleh zeolit dengan rasio Si/Al tinggi.

Dari hasil *treatment* dari awal getah karet (*Pinus Merkusii*) hingga terbentuk gondorukem dapat dilihat pada Gambar 3-5 sebagai berikut.



Gambar 3. Getah



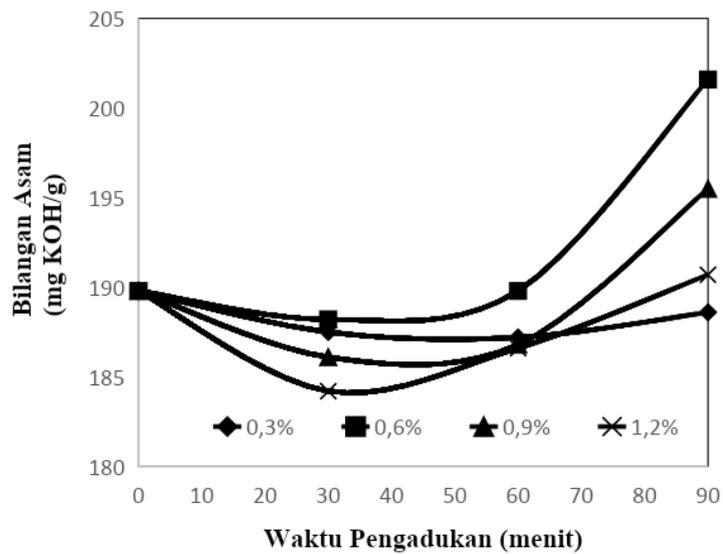
Gambar 4. Larutan getah



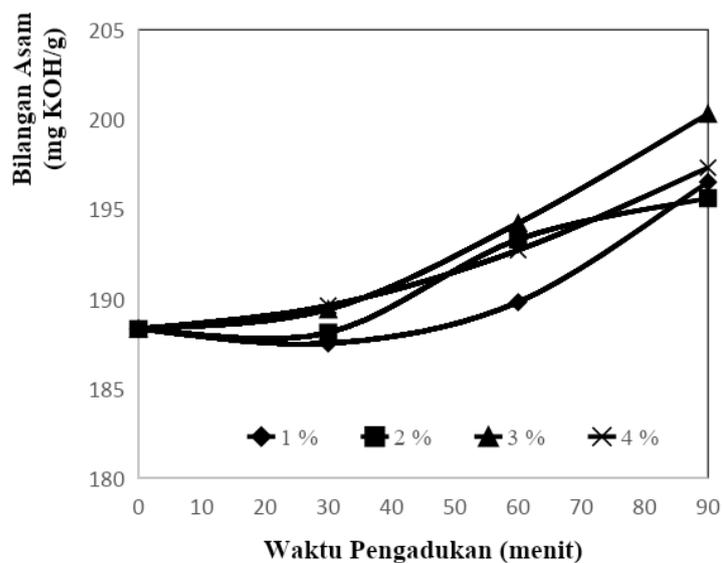
Gambar 5. Gondorukem

3.2 Uji Penentuan Bilangan Asam

Bilangan asam didefinisikan sebagai banyaknya KOH dalam mg yang diperlukan untuk menetralkan satu gram asam resin yang terkandung dalam senyawa gondorukem [6]. Menurut BSN (Badan Standardisasi Nasional) gondorukem kualitas baik umumnya memiliki bilangan asam dalam kisaran 160-190 mg. Gondorukem yang berasal dari spesies *P. Merkusii* memiliki asam resin yang agak langka dengan jumlah bilangan asam yang lebih tinggi dari normal, mungkin mencapai 190 atau lebih. Persentase minyak, lemak dan lilin menunjukkan jumlah bahan non-asam dalam rosini, sehingga semakin rendah nilainya, semakin baik [5]. Selain itu bilangan asam ditentukan untuk mengetahui jumlah asam lemak bebas yang terkandung dalam bahan dan dipergunakan untuk mengetahui tingkat kerusakan bahan yang disebabkan adanya proses hidrolisis.

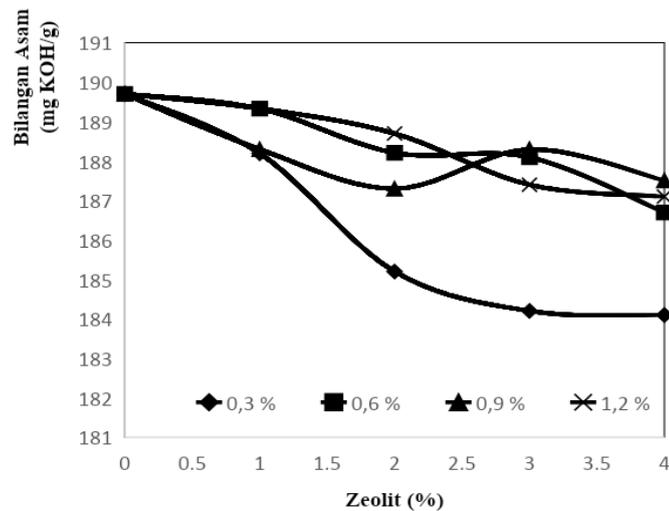


Gambar 6. Hasil Uji Kadar Asam dengan Penambahan EDTA



Gambar 7. Hasil Uji Kadar Asam dengan Penambahan Zeolit

Pada Gambar 6 dan 7 diatas terdapat kesamaan yaitu, semakin lama waktu pencucian atau treatment maka nilai kadar asam akan meningkat. Hal tersebut terjadi karena pada proses pencucian ada pemanasan, semakin lama pemanasan akan mempengaruhi asam resin terisomerisasi sehingga bilangan asam pada gondorukem akan meningkat sebagai Contoh isomerisasi asam fumarat dan asam maleat. Lama pemanasan juga akan menyebabkan terjadinya oksidasi yang menyebabkan kadar asam meningkat terjadi pada asam kapolvat, asam gualakonat, asam pimarat dan asam komniforat.



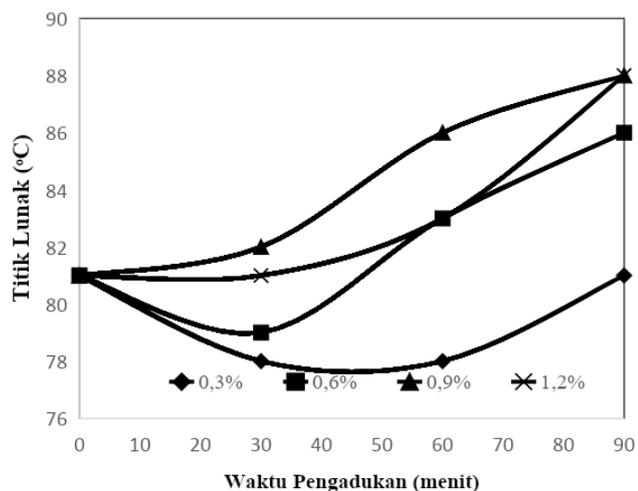
Gambar 8. Hasil Uji Kadar Asam dengan Penambahan EDTA dan Zeolit pada 30 menit

Hasil rata-rata bilangan asam yang diperoleh pada penelitian Gambar 8 ini berkisar antara 184 mg KOH/g – 189.7 mg KOH/g. Kisaran nilai ini sebagian besar sudah sesuai dengan persyaratan umum gondorukem yaitu 160 – 190 mg KOH/g. Namun semakin tinggi nilai bilangan asam, maka semakin buruk kualitas gondorukem yang dihasilkan khususnya pada gondorukem untuk tujuan *food grade*. Menurut [7], produk gondorukem yang berkualitas baik umumnya memiliki bilangan asam berkisar antara 160-170 mg KOH/g. Bilangan asam tertinggi dihasilkan gondorukem pada larutan getah awal sebelum distilasi 189.7 mg KOH/g, dan terendah dihasilkan gondorukem pada penambahan konsentrasi 0.3 : 4 % (30 menit) sebesar 184 mg KOH/g. Hasil uji bilangan asam diatas menunjukkan semakin banyak campuran yang ditambahkan menyebabkan semakin menurunkan bilangan asam pada gondorukem. Hal ini disebabkan karena campuran yang terlalu banyak belum terisomerisasi secara sempurna, kerana proses isomerisasi membutuhkan waktu yang lama. Terlihat pada hasil grafik zeolit dan EDTA pada waktu 30 menit kadar asamnya cenderung menurun.

Sebagian besar asam resin yang terdapat dalam rosin merupakan isomer satu sama lain. Oleh karena itu dengan proses isomerisasi yang tepat dapat terjadi perubahan suatu asam resin menjadi asam resin lain, yang mengakibatkan terjadi perubahan komposisi asam resin dalam rosin.

3.3 Uji Titik Lunak

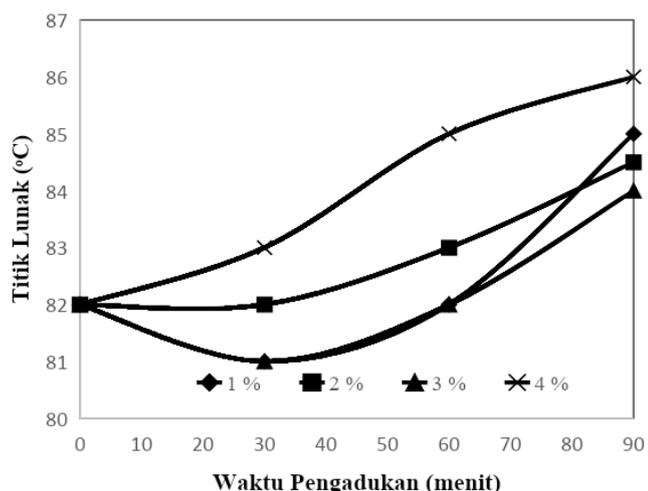
Titik lunak adalah suhu saat gondorukem mulai melunak, diukur dengan cincin dan bola (*softening ring and ball apparatus*) yang dinyatakan dalam derajat Celcius ($^{\circ}\text{C}$) [7]. Titik lunak menunjukkan sifat yang khas gondorukem yang diakibatkan tingkat kemasakannya. Tingkat kemasakan gondorukem berhubungan erat dengan kadar terpentin yang tersisa dalam gondorukem. Makin kecil kadar terpentin sisa, makin tinggi nilai titik lunak gondorukem [8].



Gambar 9. Hasil Uji Titik Lunak dengan Penambahan EDTA

Pada Gambar 9 titik lunak yang diperoleh dari berbagai perlakuan berkisar antara 78°C – 88°C, dimana titik lunak tertinggi dihasilkan dari treatment EDTA 1,2% 90 menit dan EDTA 0,9 % (90 menit). Merujuk pada standar titik lunak gondorukem yaitu $\geq 74^{\circ}\text{C}$. Menunjukkan bahwa pada EDTA 0,9% dan 1,2% (90 Menit) memiliki titik lunak tertinggi dipengaruhi oleh kadar terpentin yang hampir sepenuhnya teruapkan didukung dengan bilangan asam yang tinggi akan mempengaruhi titik lunak pada gondorukem.

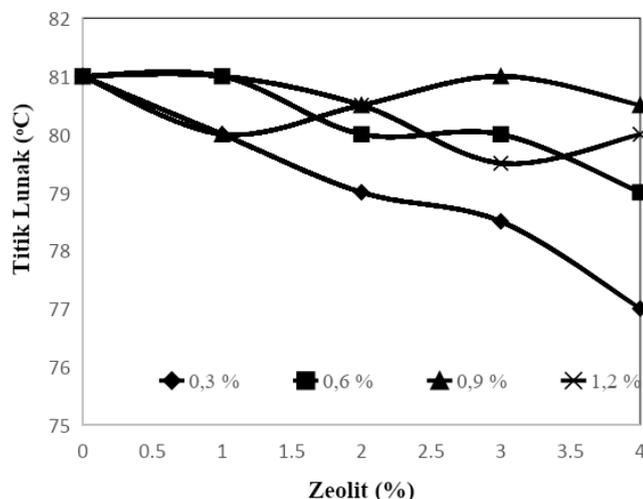
Semakin tinggi konsentrasi dan waktu pencucian EDTA maka semakin tinggi pula titik lunaknya, hal ini dikarenakan pengaruh dengan jumlah bilangan asam yang mempengaruhi berat molekul dari gondorukem. Sedangkan semakin lama waktu treatment EDTA maka titik lunak juga akan semakin meningkat karena disebabkan oleh kondisi asam abietat dalam mengisomerisasi.



Gambar 10. Hasil Uji Titik Lunak dengan Penambahan Zeolit

Gambar 10 menunjukkan kondisi konsentrasi zeolit tren nya cenderung naik sama dengan EDTA, pada waktu 30 menit titik lunak stabil, sedangkan pada waktu 60 dan 90 menit titik lunak mengalami kenaikan, titik lunak maksimum pada konsentrasi 4% pada 90 menit.

Dari data tersebut sudah sesuai dengan literatur dimana banyaknya jumlah kadar asam akan mempengaruhi titik lunak karena terkandung asam abietat. Semakin tinggi titik lunak yang dihasilkan maka semakin baik kualitas gondorukem [5].



Gambar 11. Hasil Uji Titik Lunak dengan Penambahan EDTA dan Zeolit pada 30 menit

Sama seperti data penelitian zeolit nilai titik lunak campuran naik turun dilihat pada Gambar 11, nilai tertinggi didapat 81 °C pada konsentrasi 1:0,6% ; 1:1,2% dan 3:0,9%. Penyebab menurunnya nilai titik lunak pada gondorukem disebabkan karena beberapa faktor. Salah satunya adalah proses pemasakan yang kurang sempurna sehingga masih terdapat kandungan terpenin didalam gondorukem yang menyebabkan nilai titik lunak menurun. Kadar asam juga mempengaruhi nilai titik lunak gondorukem, semakin tinggi nilai kadar asam semakin tinggi nilai titik lunak yang dihasilkan. Kandungan minyak, lemak dan lilin juga berpengaruh terhadap titik lunak gondorukem. Semakin sedikit kandungan bahan tersebut dalam gondorukem, semakin tinggi nilai titik lunak [5].

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan data dan pembahasan pada penelitian pengaruh penambahan zeolit, EDTA dan campuran zeolit – EDTA terhadap kualitas gondorukem yang dihasilkan pada proses pengolahan getah karet disimpulkan konsentrasi EDTA yang digunakan sebagai chelating agent berpengaruh terhadap kualitas warna dan titik lunak. Semakin tinggi konsentrasi EDTA menyebabkan peningkatan kualitas warna dan titik lunak gondorukem. Waktu tidak berpengaruh terhadap uji warna. Semakin lama waktu pencucian meningkatkan bilangan asam dan titik lunak. Hasil terbaik uji warna, uji bilangan asam pada konsentrasi 1,2% pada waktu 30 menit kualitas mendekati mutu WG *window glass* yaitu 7,5 dan bilangan asam 184,2 mg KOH/g. Konsentrasi zeolit yang digunakan sebagai adsorben berpengaruh terhadap kualitas warna. Semakin tinggi konsentrasi zeolit menyebabkan penurunan kualitas warna. Hasil uji warna mendapatkan mutu N *nancy* 8+ pada semua variabel. Kondisi terbaik uji bilangan asam pada konsentrasi 1% pada waktu 30 menit didapatkan nilai 187,5 mg KOH/g sedangkan untuk uji titik lunak pada konsentrasi 4% pada 90 menit dengan nilai 86°C. Kenaikan konsentrasi campuran berpengaruh pada penurunan kualitas warna gondorukem. Hasil terbaik uji warna

8 pada konsentrasi 1:1,2% pada waktu 30 menit dengan warna WG *window glass*. Kondisi terbaik uji bilangan asam pada konsentrasi 4:0,3 % pada waktu 30 menit didapatkan nilai 184 mg KOH/g dan uji titik lunak pada konsentrasi 1:0,6%; 1:1,2% dan 3:0,9% waktu pencucian 30 menit dengan nilai 81°C.

4.2. Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan meningkatkan proses pemasakan pada gondorukem dengan menggunakan destilasi vakum, agar kualitas warna yang didapatkan semakin meningkat dan pengaktivasian zeolit untuk menghilangkan kandungan mineral pada zeolit, sehingga meminimalisir pengotor pada zeolit dan meningkatkan proses adsorbs.

REFERENSI

- [1] Dahlian, E., dan Hartoyo, H., 1997, *Komponen Kimia Terpentin dari Getah Tusam (Pinus merkusii) Asal Kalimantan Barat*, Info Hasil Hutan, Badan Pengembangan dan Penelitian Kehutanan, Bogor, Vol. 4, No. 1, 38-39.
- [2] Kirk, R. E., dan Othmer, D. F., 2007, *Encyclopedia of Chemical Technology 4th*, Vol. 21, The Interscience Encyclopedia, Inc., New York.
- [3] Maeda, M., Kodama, Y., dan Kanagawa, K., 1997, *Process for Preparing Colorless Rosins*, No. 5.
- [4] Smith, K., 1992, *Solid Support and Catalyst in Organic Synthesis*, Ellis Horwood dan PTR Prentice Hall, London.
- [5] FAO, 1995, *Gum Naval Stores, Terpentine and Rosin from Pine Rosin Non Wood Forest Product 2*, Food And Agriculture Organization of The United States, Rome.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, 2001, SNI 01-5009.12.2001: Gondorukem.
- [7] FAO, 1995, *Report of International Expert Consultation on Non Wood Forest Products*, Food And Agriculture Organization of The United States, Rome.
- [8] Djatmiko, B., Sumadiwangsa, S., dan Ketaren, S., 1973, *Pengujian Kualitas Gondorukem*, No. 10, 4-19.