

Pengaruh Konsentrasi NaOH terhadap Sifat Termal Komposit Eceng Gondok dan Carbon Nanotube (CNT) dalam Matriks HDPE

Rani Anggrainy^{a,1*} Riza Wirawan^a, Siska Titik Dwiwati^a

^a Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Jakarta

¹ Rani_anggrainy@unj.ac.id

* Corresponding Author

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of alkali concentration on the thermal properties of HDPE composites with water hyacinth and carbon nanotubes (CNTs). The method used in this study is the experimental method. Composites made of natural fiber filler, the alkali treated water hyacinth. The water hyacinth was also filled was treated in alkali solution at various concentration (0%, 2%, 4%, 6%, and 8%). In addition to using water hyacinth fiber, the carbon nanotube (CNT) in a matrix of high-density polyethylene (HDPE). The composites were made using Rheomix OS machine. Furthermore, thermal testing of composite specimens using machine Thermogravimetric Analysis (TGA) were conducted. The results obtained from testing the thermal properties is the thermal resistance value. Thermal resistance of composites with alkali treatment of 0%, 2%, 4%, 6%, and 8% were 258,9 0C, 259,5 0C, 260,3 0C, 264,0 0C, and 265,9 0C, respectively. Based on these results it can be concluded that the concentration of NaOH improves the thermal resistance of the composite.



KEYWORDS

Composite, Alkali Treatment, Thermal Properties, TGA

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari konsentrasi alkali terhadap sifat termal komposit HDPE dengan eceng gondok dan carbon nanotube (CNT). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Komposit dibuat dengan menggunakan penguat serat alam, yakni eceng gondok yang diberikan alkali treatment terlebih dahulu dengan variasi konsentrasi alkali sebesar 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%. Selain dengan menggunakan serat eceng gondok, juga ditambahkan dengan carbon nanotube (CNT) dalam matriks high density polyethylene (HDPE). Proses pembuatan komposit menggunakan mesin Rheomix OS. Selanjutnya spesimen komposit dilakukan pengujian termal dengan menggunakan mesin Thermogravimetric Analysis (TGA). Hasil yang diperoleh dari pengujian sifat termal adalah nilai ketahanan termal. Ketahanan termal komposit dengan perlakuan alkali sebesar 0% adalah 258,90C, komposit dengan perlakuan alkali sebesar 2% adalah 259,50C, komposit dengan perlakuan alkali sebesar 4% adalah 260,3 0C, komposit dengan perlakuan alkali sebesar 6% adalah 264,0 0C, dan komposit dengan perlakuan alkali sebesar 8% adalah 265,9 0C. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa konsentrasi NaOH pada komposit dapat meningkatkan ketahanan termal komposit.



KEYWORDS

Komposit, Perlakuan Alkali, Sifat Termal, TGA



This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

1. Latar Belakang

Perkembangan komposit saat ini telah banyak mengalami perubahan, yakni tidak hanya memakai serat sintetis sebagai bahan penguatnya, tetapi sudah banyak yang menggunakan serat alam. Walaupun tak sepenuhnya mengubah serat sintetis, pemanfaatan serat alam yang ramah lingkungan merupakan langkah bijak untuk menyelamatkan kelestarian lingkungan. Pengaplikasian penggunaan komposit juga sudah banyak digunakan baik pada dunia industri maupun dunia rumah tangga. Penelitian tentang komposit pun sedang banyak dilakukan oleh para peneliti. Ditinjau dari kekuatan yang dimilikinya, komposit merupakan suatu solusi yang dapat digunakan sebagai bahan energi alternatif sehingga banyak peneliti yang tertarik untuk meneliti dengan mengkombinasikan antara material komposit yang satu dengan yang lainnya agar diperoleh penemuan suatu material alternatif untuk menggantikan material konvensional.

Serat polimer polietilena memiliki keunggulan modulus elastisitas dibandingkan dengan polimer yang lainnya dan sebanding dengan logam. Hal tersebut ditinjau dari sifat mekanik yang dimilikinya. Namun komposit polimer polietilena masih membutuhkan material penguat untuk lebih meningkatkan

sifat mekanik yang dihasilkan. Material penguat yang dimaksud adalah serat alam. Hal ini dikarenakan bahan dari serat alam lebih murah dan mudah diperoleh terutama pada negara yang memiliki iklim tropis seperti Indonesia. Berbagai tanaman yang mengandung serat tumbuh dengan subur di negeri ini namun pemanfaatan dan pemberdayaan akan kekayaan alam tersebut masih belum maksimal.

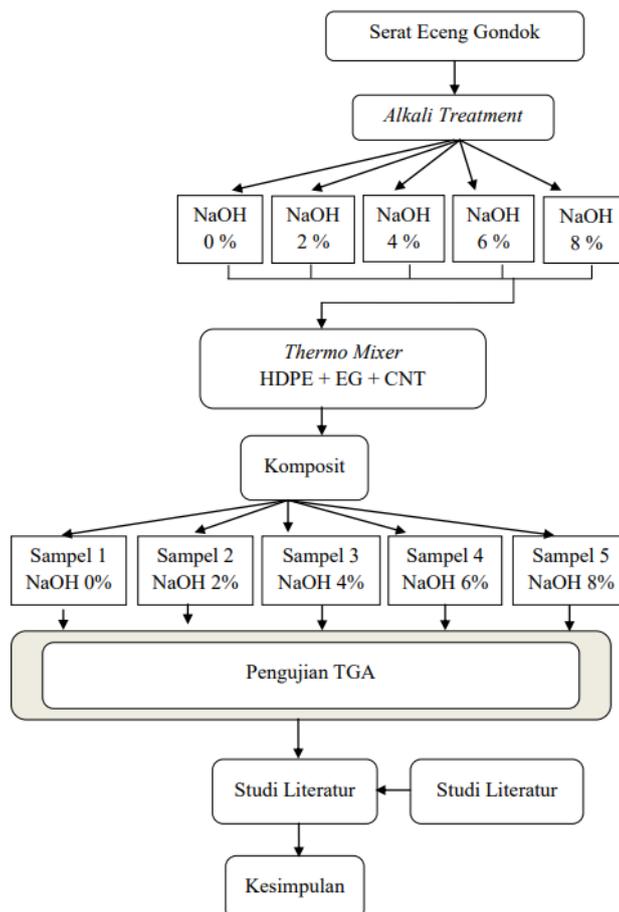
Serat alam yang dimanfaatkan untuk meningkatkan sifat mekanik yang dimaksud adalah eceng gondok. Eceng gondok adalah gulma di air karena pertumbuhannya yang begitu cepat. Karena pertumbuhan yang cepat (3% per hari), maka eceng gondok dapat menutupi permukaan air dan menimbulkan masalah pada lingkungan. Selain merugikan karena cepat menutupi permukaan air, eceng gondok ternyata juga dapat bermanfaat karena eceng gondok mempunyai sifat-sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5% dan mengandung selulosa yang lebih tinggi dari non selulosanya seperti lignin, abu, lemak, dan zat-zat lain. Banyaknya eceng gondok juga termasuk sumber daya alam yang besar sehingga sudah sewajarnya eceng gondok menjadi pilihan utama sebagai energi alternatif. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa melimpahnya eceng gondok tersebut masih perlu lebih banyak dilakukan penelitian terkait komposit polimer dengan serat alam tersebut.

Penelitian mengenai komposit polimer termoplastik dengan serat alam sudah banyak dilakukan sebelumnya, namun penelitian tentang sifat termal yang dihubungkan dengan carbon nanotube masih sangat jarang. Pengujian terhadap sifat mekanik komposit pun sudah banyak dilakukan⁴⁵. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada pengaruh konsentrasi NaOH terhadap sifat termal komposit HDPE dengan serat eceng gondok dan carbon nanotube. Diharapkan dengan memvariasi kombinasi antara komposit HDPE dengan serat alam eceng gondok dan carbon nanotube (CNT) dapat memperbaiki sifat termal yang ada.

Selain menggunakan serat alam, komposit yang akan dibuat adalah dengan menambahkan Carbon nanotube (CNT). Pemilihan bahan menggunakan CNT adalah karena material tersebut memiliki kekuatan 50 kali lebih kuat dibandingkan dengan kekuatan tertinggi logam dan juga memiliki ukuran yang sangat kecil, yakni berdiameter 1 nanometer. CNT merupakan jenis fullerene yang berbentuk silinder dengan dinding karbon heksagonal (struktur grafit) dan seringkali tertutup pada kedua sisinya². Beberapa aplikasi CNT yang sedang dikembangkan di antaranya adalah dalam pembuatan otot buatan, baju anti peluru yang seringan kaos, perisai, dan selimut anti ledakan. Untuk aplikasi ini, dibutuhkan bahan yang lebih tipis, lebih ringan, dan lebih fleksibel dengan sifat mekanik dinamik yang tinggi.

Perancangan dan unjuk kerja *engine control unit (ECU)* iquiteche pada motor yamaha vixion. Parameter yang dicari adalah torsi, daya dan konsumsi bahan bakar. Dari hasil penelitian yang diperoleh daya maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* standar sebesar 11,6 HP terjadi pada putaran 7000 rpm dan Torsi maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* standard sebesar 12,15 Nm terjadi pada putaran 7865 rpm sedangkan daya maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* iquiteche sebesar 11,8 HP terjadi pada putaran engine 7000 rpm dan torsi maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* iquiteche sebesar 12,93 Nm hal ini menyebabkan kenaikan daya sebesar 0,01%. Torsi maksimum yang dihasilkan oleh *ECU* standard sebesar 12,15 Nm hal ini menyebabkan kenaikan torsi sebesar 1,87%. [1]

2.1. Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

2. Metode Penelitian

2.2. Proses Pembuatan Sampel

2.2.1. Proses Eceng Gondok dijadikan

Eceng gondok kering yang telah disiapkan, dipotong-potong hingga ukurannya ± 3 cm. Setelah itu, diukur beratnya dengan timbangan digital seberat 159 gram sebanyak dua kali pengukuran. Setelah itu, eceng gondok diblender dengan berat masing-masing 10 gram

2.2.2. Perlakuan alkali pada eceng gondok

Eceng gondok yang telah ditimbang dengan berat 10 gram tersebut kemudian akan diberikan perlakuan alkali, yakni proses perendaman eceng gondok dengan larutan NaOH. Pada sampel 1 dilakukan perendaman dengan konsentrasi NaOH sebesar 2% yaitu berat NaOH sebesar 20 gram dilarutkan dengan air destilasi hingga volume 1000 mL. Perlakuan yang sama pada sampel ke-2, 3, 4, dan 5, namun konsentrasi NaOH yang digunakan untuk merendam serat eceng gondok tersebut berbeda-beda, yakni pada sampel yang ke-2 konsentrasi NaOH sebesar 4%, sampel yang ke-3 sebesar 6%, pada sampel ke-4 sebesar 8%, dan pada sampel yang terakhir sebesar 0% atau sama saja dengan perendaman hanya menggunakan air destilasi saja. Proses perendaman dilakukan secara merata selama 30 menit. Kemudian serat eceng gondok disaring dengan menggunakan kain sehingga serat akan terpisah dengan larutan NaOH tersebut. Setelah itu, serat eceng gondok tersebut diperas guna untuk mengeluarkan sisa-sisa larutan NaOH yang terdapat dalam serat tersebut.

2.2.3. Proses Pengeringan Eceng Gondok setelah Perlakuan Alkali

Setelah serat eceng gondok direndam dengan larutan NaOH, keesokan harinya serat eceng gondok tersebut dikeringkan dengan cara meletakkannya di atas baki yang dilapisi koran. Proses pengeringan berlangsung dibawah sinar matahari selama ± 4 jam dengan temperatur udara $\pm 29^{\circ}\text{C}$

2.2.4. Proses penimbangan HDPE, serat eceng gondok yang telah mengalami proses alkali treatment, dan carbon nanotube sebelum pencampuran

Sebelum pencampuran dilakukan terlebih dahulu dilakukan penimbangan dengan menggunakan timbangan digital. Seluruh sampel memiliki berat yang sama yaitu 35 gram, berat HDPE 27,44 gram, berat eceng gondok 6,86 gram, dan berat CNT 0,7 gram.

2.2.5. Proses pencampuran HDPE, serat eceng gondok kering yang telah mengalami proses alkali treatment, dan carbon nanotube menggunakan mesin Rheomix OS

Mesin Rheomix OS adalah mesin mixer yang digunakan untuk mencampur beberapa bahan dengan menggunakan pemanasan dan putaran rotor. Mesin ini dilengkapi dengan perangkat komputer untuk memprogram, mengontrol temperatur yang ada dalam mesin, dan menampilkan hasil pencampuran bahan. Proses kerja mesin ini diawali dengan memprogram temperatur pemanasan, kecepatan putaran rotor, dan waktu pencampuran.

Langkah awal dalam menggunakan mesin Rheomix OS adalah dengan memprogram temperatur pemanasan sebesar 140°C , kecepatan putaran rotor 40 rpm, dan waktu pencampuran 20 menit. Setelah itu, proses pencampuran HDPE, serat eceng gondok, dan multi wall nanotube dimasukan ke dalam lubang corong yang berada di mesin dengan cara terlebih dahulu mengangkat cover penutup. Proses pencampuran diawali dengan memasukan HDPE dan multi wall nanotube ke dalam lubang corong di mesin. Setelah itu, cover penutup ditutup kembali, dan ditunggu selama 5 menit. Kemudian, Serat eceng gondok pun dimasukan ke lubang corong mesin. Setelah itu, cover penutup ditutup kembali, dan ditunggu hingga 20 menit. Tujuan dari HDPE dan multi wall nanotube dimasukan terlebih dahulu dan ditunggu hingga 5 menit adalah agar HDPE dan multi wall nanotube berubah menjadi lunak sehingga mudah tercampur dengan serat eceng gondok.

Proses pencampuran yang terakhir adalah menunggu hingga 20 menit. Setelah itu, Sampel tersebut dikeluarkan dari mesin Rheomix OS dengan bantuan sikat kawat dan alat lain yang dapat mempermudah proses pengambilan sampel. Akan tetapi, sebelum sampel tersebut dikeluarkan, temperatur pemanasan diturunkan hingga suhu 1000°C dengan tujuan agar sampel dapat dengan mudah diambil, karena setelah pencampuran pada temperatur 1400°C dalam waktu 20 menit sampel masih berbentuk lelehan sehingga sulit untuk diambil. Proses pengambilan sampel pun harus dengan segera dilakukan, karena jika suhu sudah rendah, maka sampel pun akan mengeras dan sulit diambil. Proses-proses tersebut dilakukan terhadap semua sampel.

2.3. Proses Pengujian Sampel

2.3.1. Proses pengujian sampel menggunakan mesin TGA

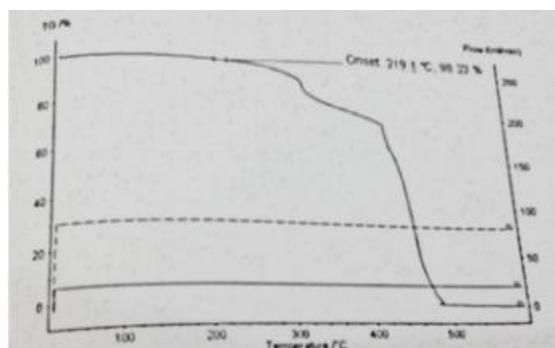
Proses pengujian termal dengan menggunakan mesin TGA diawali dengan menghidupkan komputer, mesin, dan memastikan bahwa selang tabung oksigen dan tabung nitrogen sudah terhubung ke mesin TGA. Setelah itu, penutup ruang sampel dibuka. Kemudian, sampel dimasukan ke wadah dengan bantuan pinset. Setelah itu, penutup ruang sampel ditutup. Langkah berikutnya, memprogram temperatur pemanasan 600°C , waktu 60 menit, kecepatan aliran oksigen 20 mL/menit dan aliran nitrogen 80 mL/menit. Selanjutnya, proses pengujian dijalankan dengan mengklik start pada program.

Proses pengujian membutuhkan waktu 60 menit. Setelah itu, mesin otomatis menghentikan proses, dan sampel didiamkan di dalam mesin hingga temperatur ruang 30°C . Selanjutnya, sampel yang telah diuji dikeluarkan dari wadah, dan dilanjutkan dengan memasukan sampel berikutnya ke dalam wadah dengan proses pengujian yang sama. Mesin TGA yang digunakan pada penelitian ini yaitu NETZSCH TG 209 F3 Tarsus, dan software yang digunakan yaitu NETZSCH Proteus Thermal Analysis.

2.4. Teknik Pengumpulan Data

Data diperoleh setelah pengujian semua sampel dilakukan. Data dihasilkan dari pengujian termal menggunakan mesin TGA dengan menampilkan kurva massa yang hilang-temperatur dan kurva panas spesifik-temperatur.

Pengujian sifat termal dengan menggunakan mesin NETZSCH TG 209 F3 Tarsus akan menampilkan grafik TGA. Pada grafik tersebut indikator yang dapat diamati adalah temperatur onset yang menunjukkan ketahanan termal suatu material. Temperatur onset ditentukan dengan menarik garis lurus linear pada grafik perubahan massa yang garisnya curam, lalu titik temu dari kedua garis tersebut adalah temperatur onset yang menunjukkan ketahanan termal material tersebut dan sisa material yang terdapat dalam wadah akibat dari pemanasan.



Gambar 7 Diagram Hasil Pengujian TGA

Ketahanan termal yang telah dihasilkan pada grafik TGA tersebut menunjukkan kemampuan suatu material dalam mempertahankan dirinya dari perubahan massa yang terjadi akibat adanya pemanasan yang dilakukan terhadap sampel. Besarnya temperatur onset diikuti dengan besarnya massa sampel pada temperatur tersebut.

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

3.1. Deskripsi Penelitian

Pada penelitian ini proses pengujian termal pada masing-masing sampel dilakukan sebanyak tiga kali guna mendapatkan hasil yang lebih akurat. Sampel yang dilakukan pengujian sebanyak lima sampel komposit yang merupakan campuran dari material polimer high density polyethylene (HDPE), carbon nanotube (CNT), dan serat eceng gondok yang diberikan alkali treatment terlebih dahulu dengan konsentrasi bervariasi, yaitu sebesar 2%, 4%, 6%, 8% dan satu sampel komposit yang tidak mengandung NaOH atau dapat dikatakan dengan konsentrasi NaOH 0% sebagai pembanding dari keempat sampel yang lainnya. Pengujian termal yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengujian ketahanan termal pada setiap masing-masing sampel seperti yang terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Variasi konsentrasi NaOH sampel

NO	MATERIAL	KONSENTRASI NaOH
1	HDPE-EG-CNT	0%
2	HDPE-EG-CNT	2%
3	HDPE-EG-CNT	4%
4	HDPE-EG-CNT	6%
5	HDPE-EG-CNT	8%

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan pengujian TGA yaitu pada polimer HDPE dan eceng gondok 20% dengan perlakuan alkali 20% menghasilkan ketahanan temperatur 242°C dengan perubahan masa 95,25%. Akan tetapi dalam penelitian tersebut terdapat perbedaan mengenai cara hitung persentase konsentrasi dengan penelitian ini, yaitu 20% pada perlakuan alkali merupakan 20% dari jumlah berat sampel. Sedangkan dalam penelitian ini, perlakuan alkali 20% merupakan 20 gram NaOH yang dilarutkan dengan air hingga mencapai volume 1000 mL. Oleh karena itu, apabila dihitung dengan benar, konsentrasi alkali pada penelitian sebelumnya hanya sekitar 2%.

Grafik nilai ketahanan termal komposit pada konsentrasi tersebut telah mengalami penurunan. Dengan demikian diduga bahwa dengan adanya penambahan carbon nanotube nilai ketahanan pada konsentrasi tersebut akan mengalami peningkatan. Selain itu, ingin melihat fenomena yang terjadi pada konsentrasi 4%, 6%, dan 8%, dan ingin mengetahui pada konsentrasi berapa persen grafik nilai ketahanan akan mengalami penurunan.

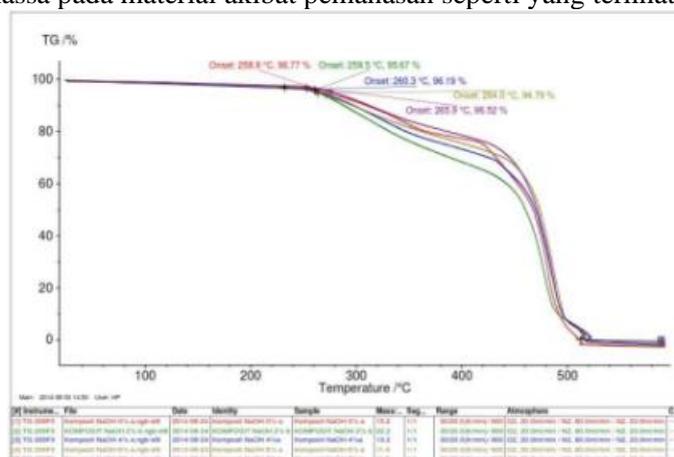
Pemilihan besaran dalam penentuan kelipatan konsentrasi juga perlu diperhatikan karena apabila terlalu jauh jarak (range) antara konsentrasinya akan dikhawatirkan tidak dapat terlihat fenomena yang terjadi pada konsentrasi yang terlewatkan tersebut.

3.2. Hasil Penelitian dan Pembahasan Sifat Termal

Hasil penelitian yang diperoleh dari pengujian termal dengan menggunakan sistem komputerisasi adalah berbentuk grafik karena agar dapat lebih mudah dalam proses analisis data.

3.2.1. Ketahanan Termal

Pembahasan yang pertama dari sifat termal adalah mengenai ketahanan termal. Pengertian ketahanan termal material adalah kemampuan material untuk tidak mengalami perubahan massa pada temperatur tertentu akibat pemanasan, sehingga ketahanan termal ditunjukkan oleh temperature awal terjadinya perubahan massa pada material akibat pemanasan seperti yang terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Grafik Hasil Uji Termal Sampel

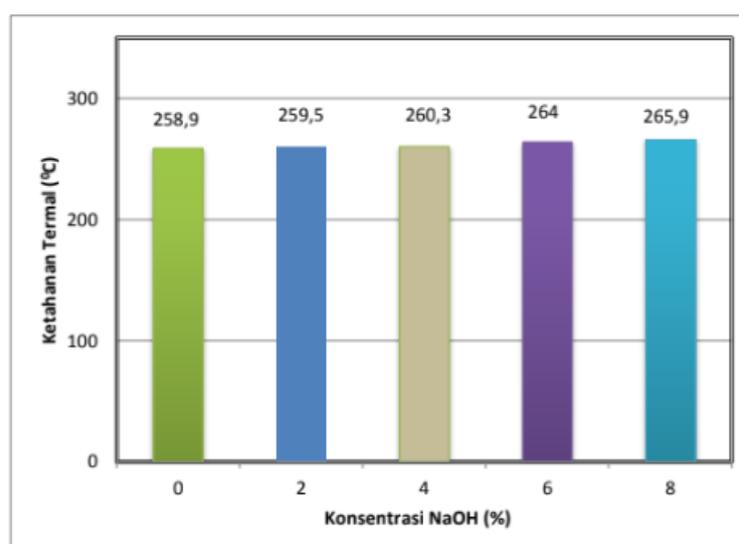
Gambar 8 merupakan kurva uji termal sampel yang menunjukkan nilai ketahanan termal sampel. Hasil yang diperoleh tersebut bergantung pada kondisi pengujian seperti kondisi tekanan atmosfer, yaitu besarnya aliran gas oksigen dan nitrogen dan temperatur pemanasan. Pada temperature ini kondisi pengujian termal dilakukan pada temperatur pemanasan sebesar 6000C selama 30 menit dengan aliran gas nitrogen sebesar 80 mL/menit dan aliran oksigen sebesar 20 mL/menit. Besarnya nilai ketahanan termal dari masing-masing sampel dapat ditentukan dengan titik pertemuan garis lurus pada pangkal grafik dengan garis lurus yang curam pada perubahan massa

sampel. Nilai yang diperoleh dari proses tersebut disebut dengan temperature onset yang menunjukkan ketahanan termal sampel dan besarnya perubahan massa yang terjadi pada temperatur tersebut. Oleh karena itu, ketahanan termal sampel dapat ditunjukkan dengan temperatur onsetnya.

Berdasarkan grafik hasil uji termal menunjukkan bahwa pada setiap sampel memiliki nilai ketahanan termal yang berbeda-beda seperti terlihat pada Tabel 3.2. Dalam tabel tersebut dapat dilihat bahwa terjadinya temperatur onset berkisar pada 258°C sampai 265°C dan pada massa yang tersisa berkisar antara 94% sampai 96% pada setiap sampel.

Tabel 3.2. Data ketahanan termal dan perubahan massa sampel

No	Material	Warna	Ketahanan Termal (°C)	Massa Tersisa (%)
1	HDPE-EG-CNT (NaOH 0%)		258,9°C	96,77%
2	HDPE-EG-CNT (NaOH 2%)		259,5°C	95,67%
3	HDPE-EG-CNT (NaOH 4%)		260,3°C	96,19%
4	HDPE-EG-CNT (NaOH 6%)		264,0°C	94,79%
5	HDPE-EG-CNT (NaOH 8%)		265,9°C	96,52%



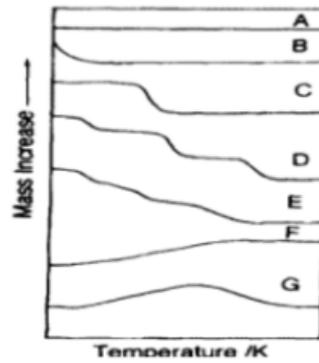
Gambar 9 Diagram nilai ketahanan termal sampel

Gambar 9 memperlihatkan perbandingan nilai ketahanan termal komposit berdasarkan variasi konsentrasi NaOH. Berdasarkan gambar tersebut nilai ketahanan termal yang tertinggi terdapat pada sampel dengan konsentrasi NaOH 8%, yaitu sebesar 265,9°C. Sedangkan nilai ketahanan terendah terdapat pada sampel dengan konsentrasi NaOH 2%, yaitu sebesar 259,5°C. Akan tetapi nilai tersebut lebih besar dibandingkan dengan sampel tanpa perlakuan alkali (NaOH 0%). Nilai ketahanan termal masing-masing sampel cenderung meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH.

Berdasarkan hasil pengamatan di atas dapat disimpulkan bahwa adanya peningkatan variasi konsentrasi NaOH pada setiap sampel mengakibatkan terjadinya perbedaan nilai ketahanan termal yang cenderung meningkat pula seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH. Hal ini menunjukkan bahwa adanya interaksi yang baik antara serat dengan matriksnya.

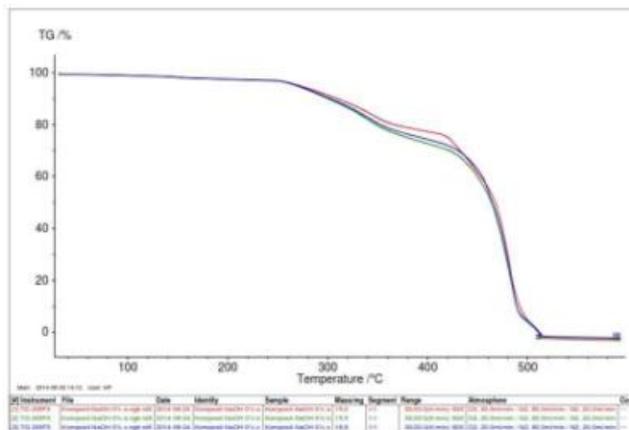
3.2.2. Tahapan Perubahan Massa

Tahapan perubahan massa merupakan tahapan material-material yang terdekomposisi (perubahan material secara kimia) akibat adanya pemanasan. Tahapan perubahan massa masing-masing sampel dapat ditentukan dengan cara mencocokkan grafik masing-masing sampel dengan grafik yang telah ditetapkan pada Gambar 9 yang terdiri dari kurva tipe A, kurva tipe B, kurva tipe C, kurva tipe D, kurva tipe E, kurva tipe F, dan kurva tipe G.

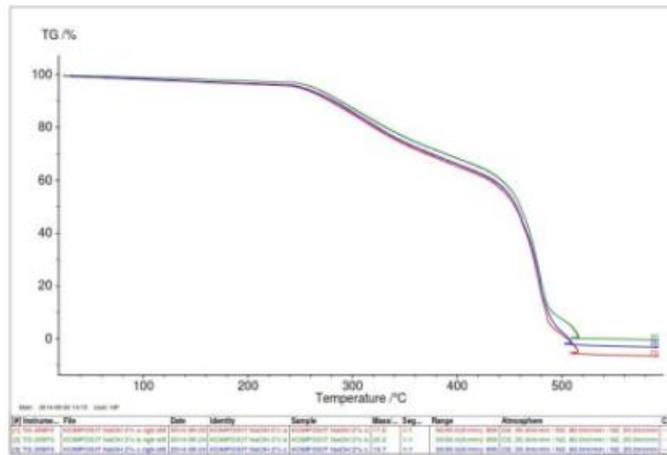


Gambar 9 Klasifikasi Grafik TG56

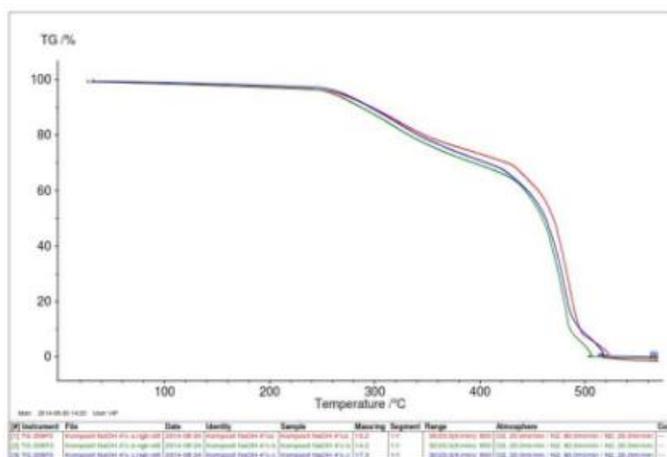
Adapun tahapan perubahan massa pada masing-masing sampel dapat dilihat dari bentuk grafik pada Gambar 10. sampai Gambar 14



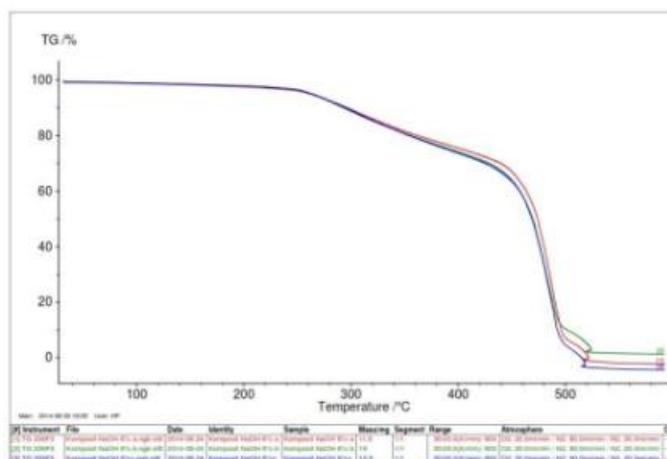
Gambar 10 Kurva hasil uji termal komposit dengan konsentrasi NaOH 0%



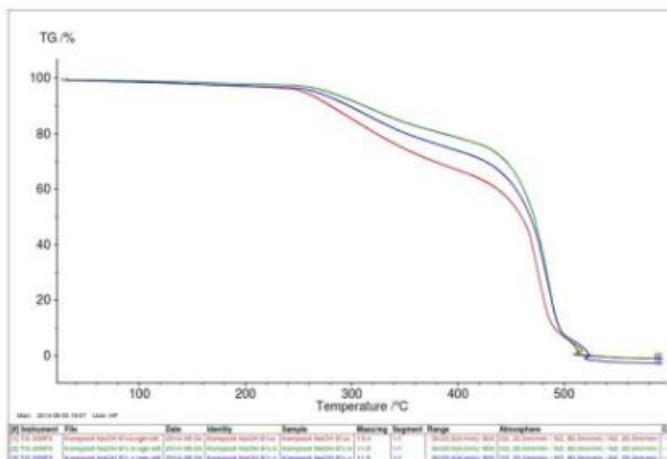
Gambar 11 Kurva hasil uji termal komposit dengan konsentrasi NaOH 2%



Gambar 12 Kurva hasil uji termal komposit dengan konsentrasi NaOH 4%



Gambar 13 Kurva hasil uji termal komposit dengan konsentrasi NaOH 6%



Gambar 14 Kurva hasil uji termal komposit dengan konsentrasi NaOH 8%

Berdasarkan pencocokan antara Gambar 9 dan Gambar 10 sampai dengan Gambar 14 masing-masing sampel termasuk ke dalam kurva tipe D, yaitu reaksi dekomposisi (perubahan material secara kimia) terjadi beberapa tahap yang berlangsung sempurna. Akan tetapi, perbedaan masing-masing sampel adalah kelandaian grafik pada perubahan massa awal. Kelandaian sebuah grafik menunjukkan perubahan massa berlangsung lambat.

Berdasarkan hasil pengamatan di atas maka dapat disimpulkan adanya peningkatan konsentrasi perlakuan NaOH pada setiap sampel mengakibatkan terjadinya perlambatan perubahan massa sampel yang berdampak pada ketahanan termal yang semakin tinggi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sifat termal komposit HDPE dengan carbon nanotube (CNT) dan serat eceng gondong yang diberikan alkali treatment lebih baik daripada komposit tanpa diberikan perlakuan alkali. Hal ini karena terjadinya interaksi yang baik antara serat dan HDPE dan terjadinya ikatan yang rapat antar material komposit yang disebabkan oleh adanya NaOH.

2. Variasi konsentrasi NaOH pada kelima sampel cenderung berpengaruh pada ketahanan termal masing-masing komposit. Pada konsentrasi 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8% nilai ketahanan termal semakin meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH.

3 Berdasarkan hasil pengujian termal sampel, nilai ketahanan termal tertinggi terdapat pada sampel dengan variasi konsentrasi NaOH 8%, yaitu sebesar 265,9°C.

Referensi

- [1] Al-farisyi, Farid Salman. Pengaruh Optimalisasi Kadar Carbon Nanotube Terhadap Sifat Termal Komposit HDPE Dengan Serat Eceng Gondok Yang Telah Mengalami Alkali Treatment. Skripsi Sarjana, Universitas Negeri Jakarta, 2014.
- [2] Anandhan, S. Thermal Analysis. Jurnal, Dept. of Met. and Mat., National Institute Technology Karnataka, 2014.
- [3] Ashby, Michael F., dan David R.H. “Jones, Engineering Maerials 2 An Introduction to Microstructures, Processing, and Design”. England: Departement Of Engineering, Cambridge University, Oxford, Second Edition 1998. dikutip dari Rimbun Turnip. Penggunaan Komposit Epoksi Berpenguat Serat Kevlar Sebagai Bahan Alternatif Kebocoran Pipa. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2010.
- [4] Bagir, Achmad dan Gigih Eka Pradana. Pemanfaatan Serat Eceng Gondok sebagai Bahan Baku Pembuatan Komposit. Semarang: Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, 2011.
- [5] Calister, William D. Material Science and Engineering, An Introduction. New York: John Wiley & Sons Inc, 2002.
- [6] Company, Aliaxis. HDPE Physical Properties. Jurnal, Marley Pipe System volume 002, 2010.
- [7] Gabriel, Lester H. History and Physical Chemistry of HDPE, Chapter 1. Jurnal, California State University, 2011.
- [8] Gogotsi, Yuri. Carbon Nanomaterials. Boca Raton: Taylor and Francis, 2006.
- [9] Grady, Brian P. Carbon Nanotube-Polymer Composites. Hoboken: John Willey & Sons, 2011.
- [10] Hadi, Bambang Kismono. Mekanika Struktur Komposit. Jakarta: Direktorat Pembinaan Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Dirjen DIKTI, 2000.
- [11] Haryanti, Sri., Rini B.H., Endah D.H., dan Yulita N., Adaptasi Morfologi Fisiologi dan Anatomi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) di Berbagai Perairan Tercemar. Semarang: Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan IPA Universitas Diponegoro, 2006.
- [12] Hatakeyama, T., dan F.X. Quinn. Thermal Analysis. Chichester: John Willey & Sons. 1999.
- [13] Herlina, Nasmi dkk. Pengaruh Panjang Serat dan Fraksi Volume Serat Pelepah Kelapa Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Polyester. Jurnal, Universitas Mataram Volume 1, No. 2, 2011.
- [14] K, Mazumdar S. 2002. “Composite Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering” dikutip dari Agus Edy Pramono, Karakteristik Komposit Karbon-Karbon Berbasis Limbah Organik Hasil Proses Tekan Panas. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2012.
- [15] Kroto, H.W. et. al. C60: Buckminsterfullerene. Jurnal Nature, Volume 318, 1985.
- [16] Najib, M. Optimasi Kekuatan Tarik Komposit Serat Rami Polyester. Surakarta: Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret, 2010.
- [17] Nurudin, Arif. Potensi Pengembangan Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) Kontinyu Laminat Sebagai Material Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Lambung Kapal. Jurnal INFO TEKNIK Volume 12, No. 2, Desember 2011.

-
- [18] Permatasari, Dian. Proses Produksi dan Pengujian Termal Komposit HDPE dengan Eceng Gondok yang Dibuat melalui Proses Alkali Treatment. Skripsi Sarjana, Universitas Negeri Jakarta, 2012.
- [19] Prasetyaningrum, Aji dkk. Optimasi Proses Pembuatan Serat Eceng Gondok Untuk Menghasilkan Serat Dengan Kualitas Fisik dan Mekanik Yang Tinggi. Riptek, Vol.3 No.1, 2009.
- [20] Ratnani, Rita D, Indah Hartati, dan Laeli Kurniasari. Pemanfaatan Eceng Gondok (*Eichonia Crassipes*) Untuk Menurunkan Kandungan COD (Chemical Oxygen Demand), pH, Bau, dan Warna Pada Limbah Cair Tahu. Jurnal Momentum, Vol. 7 No. 1, April 2011.
- [21] Schutle, Karl dan Frank Von Lacroix. *Comprehensive Composite Materials: Polymer Matrix Composites*, Volume 2. Germany: Technical University Hamburg, 2014.
- [22] Sugiyono. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta, 2009.
- [23] Suwanto, Bodja. Pengaruh Temperatur Post-Curing Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Resin Yang Diperkuat Woven Serat Pisang. e-Jurnal Wahana, 2010.
- [24] Thostenson, E.T., Z. Ren, and T.W. Chou. Advances in the science and technology of carbon nanotubes and their composites: a review. *Composites Science and Technology*. Jurnal Volume 61, Issue 13, University of Delaware, Oktober 2001.
- [25] Wirawan, Riza et al. Elastic and Viscoelastic Properties of Sugarcane Bagasse-Filled Poly (Vinyl Chloride). Jurnal, University Putra Malaysia, 2009.
- [26] _____. Properties of Sugarcane Bagasse/Poly (Vinyl Chloride) Composites After Various Treatments. Jurnal, University Putra Malaysia, 2010.
- [27] _____. Mechanical Properties of Natural Fibre Reinforce PVC Composites. Jurnal, University Putra Malaysia, 2011.
- [28] X, Wang et al. Fabrication of Ultralong and Electrically Uniform Single-Walled Carbon Nanotubes on Clean Substrates. Jurnal, Nano Letters 9, 2009.