

## **PEMANFAATAN SERBUK TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI PENGISI DALAM PEMBUATAN BUSA POLIURETAN BIODEGRADASI**

**Barita Aritonang**

*Universitas Sari Mutiara Indonesia*  
*baritaaritonang11@gmail.com*

---

**Abstrak :** Penelitian mengenai pemanfaatan serbuk tandan kosong kelapa sawit sebagai pengisi dalam pembuatan busa poliuretan biodegradasi, dengan serbuk tandan kosong kelapa sawit yang digunakan diperoleh dari hasil pengolahan PTPN IV Adolina di Asahan. Busa poliuretan telah berhasil disintesis dari Polipropilen Glikol dan Toluen Diisosiyanat dengan menggunakan bahan pengisi dari serbuk tandan kosong kelapa sawit, busa yang dihasilkan bersifat fleksibel, tidak mudah rapuh dan dapat terbiodegradasi di alam. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari data serapan inframerah membuktikan terjadinya proses degradasi pada serat tandan kosong kelapa sawit, dan dari hasil pengamatan SEM juga membuktikan terjadinya proses degradasi pada busa poliuretan. Hasil data yang diperoleh dari analisis secara gravimetri juga membuktikan terjadinya proses degradasi, hal ini dapat dilihat dari persen kehilangan berat busa poliuretan. Persen kehilangan berat busa poliuretan dengan pengisi 5 gram TKKS yang ditanam selama 5, 10 dan 15 hari masing-masing sebesar 3,22 %, 5,15 % dan 7,32 %. Busa poliuretan dengan bahan pengisi 7,5 gram TKKS yang ditanam selama 5, 10 dan 15 hari masing-masing sebesar 7,44 %, 12,12 % dan 15,61 %, bahan pengisi 10 gram TKKS, persen kehilangan berat setelah ditanam selama 5, 10 dan 15 hari masing-masing sebesar 17,58%, 23,75 % dan 30,05 %.

**Kata Kunci :** Busa Poliuretan, Biodegradasi, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Polipropilen Glikol, Toluen Disosiyanat

---

### **1. PENDAHULUAN**

Produk yang sedang berkembang dalam dunia industri pada saat ini adalah poliuretan, sekarang ini banyak peneliti membuat poliuretan dari bahan alam yang ramah lingkungan dan mampu terdegradasi secara alami sehingga relatif tidak mencemari lingkungan. Busa poliuretan adalah polikondensasi dari senyawa poli-hidroksi (poliol) dengan diisosiyanat. Poliuretan merupakan bahan polimer yang mempunyai ciri khas adanya gugus fungsi urethane yaitu (NHCOO) dalam rantai utama polimer. Gugus fungsi urethane dihasilkan dari reaksi antara senyawa yang mengandung gugus hidroksil (OH) yang biasa disebut poliol dan senyawa yang mengandung

gugus isocyanate (NCO). Proses pembentukan busa terjadi ketika sejumlah kecil bahan peniup (*blowing agent*) dan air ditambahkan selama proses polimerisasi. Air bereaksi dengan kelompok isosiyanat memberikan asam karbamat yang secara spontan kehilangan CO<sub>2</sub>, sehingga menghasilkan gelembung busa.

Busa poliuretan memiliki banyak kegunaan, diantaranya sekitar 70% digunakan sebagai busa (foam), selebihnya sebagai bahan elastomer, lem dan pelapis. Busa poliuretan ada yang bersifat lunak (*flexible foam*) dan bersifat kaku (*rigid foam*). Busa poliuretan bersifat lunak banyak digunakan untuk kasur busa, alas kursi dan jok mobil, sedangkan busa bersifat kaku banyak

digunakan untuk insulasi dinding, insulasi lemari es atau kedap suara. Bahan pengisi yang umumnya digunakan oleh industri polimer untuk pembuatan busa poliuretan adalah kalsium karbonat.

Pemanfaatan limbah pertanian sebagai sumber bahan kimia mendapat perhatian luas oleh para peneliti saat ini, adapun salah satu sumber limbah pertanian dari tanaman kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Tandan kosong tersebut memiliki potensi yang sangat besar untuk dijadikan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan busa poliuretan karena ditinjau dari komposisi kimia, tandan kosong kelapa sawit mengandung selulosa sekitar 45,9%. Berikut ini komposisi tandan kosong kelapa sawit yaitu selulosa 45,9%, hemiselulosa 22,8%, dan lignin 6,5%, sehingga tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan pengisi untuk matras, jok kendaraan, polipot (pot kecil untuk bibit), papan ukuran kecil sampai dengan bahan pengepak industri.

Busa poliuretan selama ini diproduksi oleh industri polimer kebanyakan busa poliuretan yang tidak terbiodegradasi artinya tidak dapat terurai oleh mikroba tanah, sehingga menimbulkan masalah yaitu bertumpuknya limbah poliuretan yang dapat mencemari lingkungan. Jika masalah ini tidak segera ditanggulangi akan membahayakan kelestarian lingkungan hidup. Dalam menyelesaikan masalah limbah poliuretan dengan cara penanggulangan yang tepat dan tidak menimbulkan masalah baru adalah dengan proses biodegradasi (terurai oleh mikroba) yakni perusakan poliuretan dengan cara biologis atau dengan mikroorganisme sebagai pengurainya.

Biodegradasi adalah proses dimana bahan organik yang dihancurkan oleh enzim dihasilkan oleh mikroorganisme. Proses biodegradasi dapat dilakukan dengan cara ditanam atau ditimbun didalam tanah, dengan waktu untuk inkubasi selama 5, 10, 15, 20, 25 dan 30 hari.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat busa poliuretan yang bahan pengisinya berasal dari limbah kelapa sawit yaitu serat tandan kosong kelapa sawit. Diharapkan dalam penelitian ini busa poliuretan yang akan disintesis memiliki keunggulan yaitu busa yang lunak (fleksibel foam), busa yang tidak mudah rapuh, busa yang tidak mudah sobek, dan busa yang bersifat ramah lingkungan yaitu busa yang dapat terbiodegradasi. Proses biodegradasi dilakukan dengan cara menimbun di dalam tanah (dikubur dalam tanah) dengan masa inkubasi 5, 10, 15 hari.

## 2. METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Tandan kosong kelapa sawit dari pabrik pengolahan kelapa sawit PTPN IV Adolina, Polipropilena Glikol (PPG), Toluena diisosiyanat (TDI), Methylene chloride, Katalis Dimetiletanolamin (DMEA), *Silicon Surfactan*, *Cosmonat*, Kalsium karbonat.

Alat-alat yang dipergunakan berupa seperangkat peralatan gelas, ayakan 100 mesh, ekstruder ulir ganda, mixer, stirrer, termal compressor, neraca analitik, termometer, oven, desikator, seperangkat alat FT-IR, dan SEM.

### Prosedur

#### Preparasi Serbuk Tandan Kosong Kelapa Sawit 100 Mesh

Tandan kosong kelapa sawit yang diambil dari PTPN IV Adolina, Perbaungan. diambil serat serabutnya, serat serabut ini kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari selama 2 jam, setelah kering lalu dimasukkan kedalam blender untuk dipotong sampai seluruh serat serabut tandan kosong kelapa sawit menjadi halus semuanya, setelah halus lalu diayak hingga lolos 100 mesh kemudian disimpan dalam wadah.

### Pembuatan Busa Poliuretan

Pembuatan busa poliuretan dilakukan dengan metode *one shot* yaitu sebanyak 10g polietilen glikol (PPG) dimasukkan kedalam *beaker glass* 100 ml kemudian ditambahkan dimetil etanol amin (DMEA) 0,2 pphp, air 2,67 pphp, *silicon Surfactan* 2,04 pphp, tandan kosong kelapa sawit (25, 50, 75 dan 100 % wt terhadap massa PPG), *methylene chloride* 10 pphp dan diaduk selama 30 detik (Campuran A).

Kedalam campuran A ditambahkan 5 g TDI dan 5 g *cosmonate*, selanjutnya campuran diaduk selama 5 detik, sebelum mengembang campuran dituang kedalam cetakan berukuran 10 cm x 10 cm x 2 cm.

### Penentuan Berat Busa Poliuretan Sebelum Dan Sesudah Terdegradasi

Proses pembuatan busa poliuretan dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *one shoot*, yaitu mencampur polioli dengan bahan pengisi, adapun bahan pengisi yang digunakan adalah tandan kosong kelapa sawit TKKS. Busa poliuretan yang sudah terbentuk dipotong sebanyak empat lembar dengan ukuran potongan 2 cm x 2 cm x 1 cm (p x l x t), keempat lembar potongan busa ini kemudian diberi kode sampel A1, A2, A3, dan A4.

Setelah itu masing-masing ditimbang berat awalnya sebelum ditanam dalam tanah, potongan busa yang pertama tidak ditanam (busa sebelum terdegradasi) hanya digunakan untuk uji karakterisasi FTIR dan SEM, sedangkan potongan busa yang kedua ditanam dalam tanah selama 5 hari, potongan busa yang ketiga ditanam selama 10 hari dan potongan busa yang keempat ditanam selama 15 hari (busa sesudah terdegradasi).

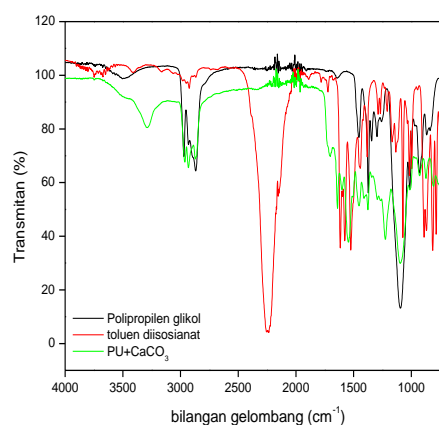
Dengan cara yang sama dilakukan juga untuk busa poliuretan yang bahan pengisinya dari TKKS dengan komposisi 7,5 gr dan 10 gram, waktu untuk menanam yaitu 5 hari, 10 hari, 15 hari.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sintesis Busa Poliuretan

Sintesis busa poliuretan pada penelitian ini dilakukan dengan cara mencampurkan semua bahan secara bersama-sama yaitu polipropilen glikol (PPG) dan bahan aditif, kemudian direaksikan dengan toluen diisosiyanat (TDI). Keberhasilan sintesis busa poliuretan dapat diketahui melalui pengamatan pembentukan padatan polimer yang diikuti dengan beberapa teknik karakterisasi.

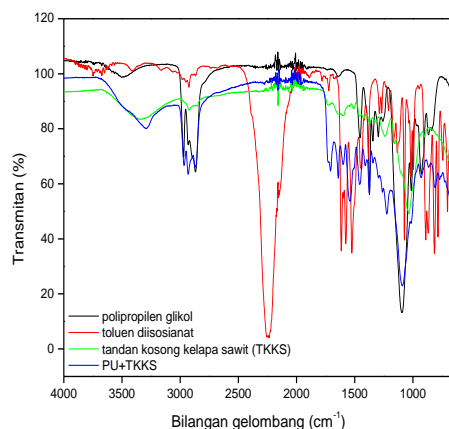
Untuk melihat puncak serapan dari gugus fungsi produk polimer dilakukan karakterisasi dengan Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR). Spektrum hasil analisis dengan infra merah dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektrum FTIR PPG, Toluene Diisosiyanat, dan Busa Poliuretan Dengan Pengisi  $\text{CaCO}_3$

Berdasarkan hasil analisis gugus fungsi polipropilen glikol (PPG) yang digunakan pada penelitian ini, ditunjukkan adanya serapan vibrasi ulur O-H pada bilangan gelombang  $3504,49 \text{ cm}^{-1}$ , vibrasi ulur C-H pada bilangan gelombang  $2970,69 \text{ cm}^{-1}$  dan bilangan gelombang  $2931,14 \text{ cm}^{-1}$  dan vibrasi ulur C-O pada bilangan gelombang  $1297,23 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1094,82 \text{ cm}^{-1}$ . Sedangkan untuk toluene diisosiyanat diidentifikasi dengan adanya serapan isosiyanat ( $-\text{N}=\text{C}=\text{O}$ ) pada bilangan gelombang  $2222,15 \text{ cm}^{-1}$ ;  $2239 \text{ cm}^{-1}$ ;  $2249,48 \text{ cm}^{-1}$  dan  $2254,65 \text{ cm}^{-1}$ . Adanya serapan vibrasi C=C aromatik pada bilangan gelombang  $1615,77 \text{ cm}^{-1}$ ;

1524,41  $\text{cm}^{-1}$ ; 1576,72  $\text{cm}^{-1}$ , vibrasi ulur C-H pada bilangan gelombang 2924,75  $\text{cm}^{-1}$  dan vibrasi C-H aromatik pada bilangan gelombang 702,59  $\text{cm}^{-1}$ ; 784,35  $\text{cm}^{-1}$ ; 814,31  $\text{cm}^{-1}$  dan 868,57  $\text{cm}^{-1}$ .



Gambar 2. Spektrum FTIR PPG, Toluene Diisocyanat, dan Busa Poliuretan dengan Tandan Kosong Kelapa Sawit

Berdasarkan pada Gambar 2, poliuretan tersebut berhasil disintesis dari PPG-TDI dengan pengisi  $\text{CaCO}_3$  ditunjukkan dengan adanya serapan  $-\text{NH}$  terikat di daerah bilangan gelombang 3288,02  $\text{cm}^{-1}$ ; serapan  $\text{C}=\text{O}$  di daerah 1453,24  $\text{cm}^{-1}$ ; serapan  $\text{NHCOO}$  (uretan) di daerah 1701,16  $\text{cm}^{-1}$ . Selain itu adanya serapan C-N dari isosianurat di daerah 1375,83  $\text{cm}^{-1}$ ; serapan C-O uretan di daerah 1096,36  $\text{cm}^{-1}$ ; 1012,14  $\text{cm}^{-1}$  dan serapan  $\text{C}=\text{C}$  aromatik di daerah 1639,28  $\text{cm}^{-1}$ ; 1600,56  $\text{cm}^{-1}$ ; 1639,28  $\text{cm}^{-1}$ .

Mengacu pada Gambar 2 terlihat bahwa TKKS memberikan serapan vibrasi ulur OH pada bilangan gelombang 3339,44  $\text{cm}^{-1}$ , vibrasi ulur C-H pada bilangan gelombang 2921,99  $\text{cm}^{-1}$ ; 1427  $\text{cm}^{-1}$ ; 1371  $\text{cm}^{-1}$ , vibrasi ulur aromatis (cincin) pada bilangan gelombang 1594  $\text{cm}^{-1}$ , vibrasi ulur C-O pada bilangan gelombang 1240,13  $\text{cm}^{-1}$ ; 1034  $\text{cm}^{-1}$  dan vibrasi  $=\text{C}-\text{H}$  pada bilangan gelombang 898,32  $\text{cm}^{-1}$ . Berdasarkan hasil spektrum FTIR ini, dapat diinterpretasikan bahwa gugus fungsi yang terdapat pada TKKS yaitu hidroksi, karbonil, aromatis dan alkana yang berasal dari senyawa lignin dan selulosa. Berdasarkan Gambar 3.2,

poliuretan berhasil disintesis dari PPG-TDI dengan pengisi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) ditunjukkan dengan adanya serapan  $-\text{NH}$  terikat di daerah bilangan gelombang 3292,66  $\text{cm}^{-1}$ ; serapan  $\text{C}=\text{O}$  di daerah 1409,76  $\text{cm}^{-1}$ ; serapan  $\text{NHCOO}$  (uretan) di daerah 1707,62  $\text{cm}^{-1}$ . Selain itu adanya serapan C-N dari isosianat di daerah 1375,07  $\text{cm}^{-1}$ ; serapan C-O uretan di daerah 1090,19  $\text{cm}^{-1}$ , serapan  $\text{C}=\text{C}$  aromatik di daerah 1640,84  $\text{cm}^{-1}$ ; 1599,17  $\text{cm}^{-1}$ ; 1540,86  $\text{cm}^{-1}$  dan serapan C-H aromatik di daerah 865,65  $\text{cm}^{-1}$ ; 809,20  $\text{cm}^{-1}$ ; 770,92  $\text{cm}^{-1}$

### Biodegradasi Busa Poliuretan

Penentuan kehilangan berat merupakan salah satu metode karakterisasi terjadinya biodegradasi suatu polimer yang paling sederhana. Sehingga, pada penelitian ini penentuan kehilangan berat busa poliuretan dilakukan dengan cara menimbang busa poliuretan sebelum dan setelah di tanam dalam tanah selama 5 hari, 10 hari dan 15 hari. Hasil penentuan kehilangan berat busa poliuretan dengan bahan pengisi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) 5, 7,5 dan 10 gram sebelum dan setelah di tanam dalam tanah selama 5, 10 dan 15 hari.

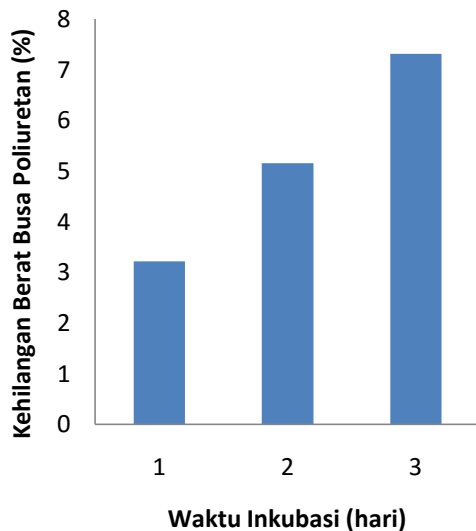
Busa poliuretan dengan bahan pengisi TKKS 5 gram yang ditanam dalam tanah selama 5, 10 dan 15 hari masing-masing memberikan kehilangan berat sebesar 0,0067 gram; 0,0197 gram dan 0,0429 gram. Untuk busa poliuretan dengan bahan pengisis TKKS 7,5 gram yang di tanam selama 5, 10 dan 15 hari masing-masing memberikan kehilangan berat sebesar 0,0561 gram; 0,1169 gram dan 0,1990 gram. Sedangkan pada busa poliuretan dengan bahan pengisis TKKS 10 gram yang di tanam selama 5, 10 dan 15 hari, masing-masing memberikan kehilangan berat sebesar 0,2253 gram; 0,3121 gram dan 0,4310 gram. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama busa poliuretan ditanam, maka nilai kehilangan berat yang diberikan semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh terdegradasinya TKKS pada busa poliuretan setelah ditanam dalam tanah.

Terdegradasinya TKKS di dalam tanah akibat tidak adanya ikatan yang permanen antara TKKS dengan uretan.

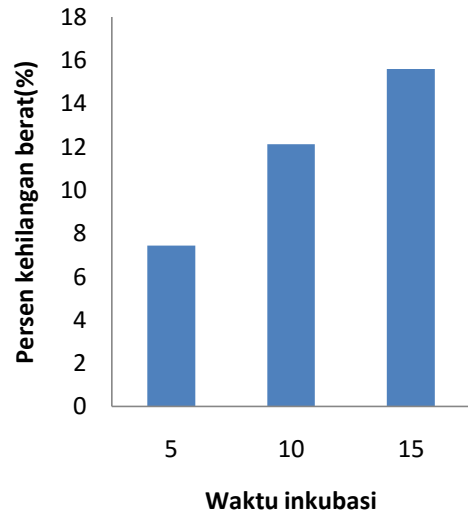
**Persentase Kehilangan Berat Busa Poliuretan**

Untuk menentukan persen kehilangan berat busa poliuretan dapat dihitung dengan cara menimbang berat busa poliuretan sebelum dan setelah ditanam dalam tanah. Hasil analisis menunjukkan bahwa persen kehilangan berat busa poliuretan dengan TKKS 5 gram yang ditanam selama 5, 10 dan 15 hari masing-masing sebesar 3,22 %, 5,15 % dan 7,32 %.

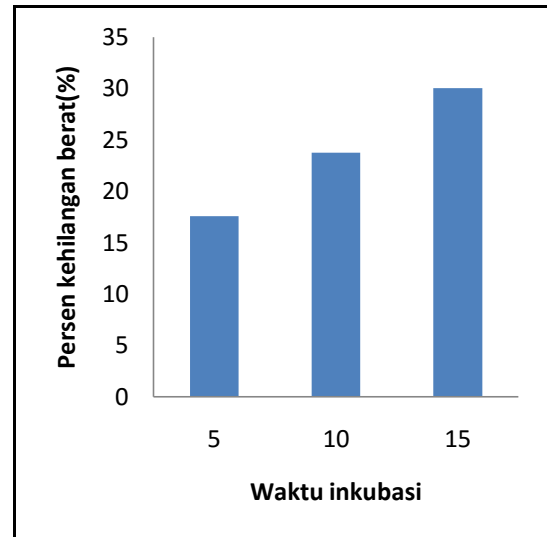
Untuk busa poliuretan dengan bahan pengisi TKKS 7,5 gram, persen kehilangan berat setelah ditanam selama 5, 10 dan 15 hari masing-masing sebesar 7,44 %, 12,12 % dan 15,61 %. Sedangkan pada busa dengan bahan pengisi TKKS 10 gram, persen kehilangan berat setelah ditanam selama 5, 10 dan 15 hari masing-masing sebesar 17,58%, 23,75 % dan 30,05 %.



Gambar 3. Hubungan Kehilangan Berat Busa Poliuretan Dengan Waktu Inkubasi (Untuk Pengisi 5 gram TKKS)



Gambar 4. Hubungan Kehilangan Berat Busa Poliuretan Dengan Waktu Inkubasi (Untuk Pengisi 7,5 gram TKKS)

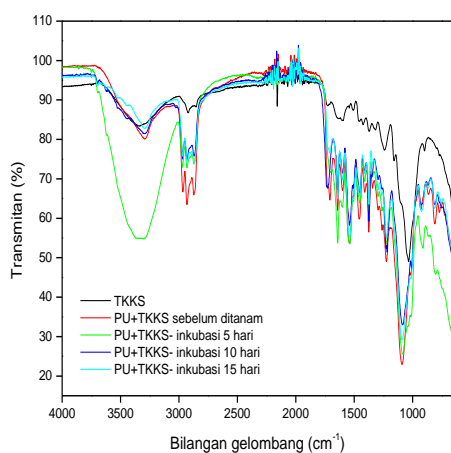


Gambar 5. Hubungan Kehilangan Berat Busa Poliuretan Dengan Waktu Inkubasi (Untuk Pengisi 10 gram TKKS)

**Karakterisasi dengan FTIR**

Analisis Spektroskopi FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari komponen penyusun busa poliuretan yaitu polipropilen glikol (PPG), toluen diisosiyanat (TDI), tandan kosong kelapa sawit (TKKS), maupun gugus fungsi dari poliuretan. Dengan membandingkan spektrum FTIR dari busa poliuretan dengan bahan pengisi TKKS sebelum dan setelah di tanam dalam tanah, maka dapat diketahui adanya proses degradasi.

Ditinjau dari analisis secara gravimetri yaitu untuk menentukan penurunan berat busa poliuretan, menunjukkan bahwa besar kemungkinan tidak ada ikatan kimia yang permanen antara TKKS dan senyawa uretan. Oleh karena itu secara degradasi poliuretan tidak terurai sedangkan TKKS terurai. Dimana dari hasil analisis penentuan penurunan berat terbukti masing-masing busa poliuretan dengan bahan pengisi TKKS memberikan penurunan berat (Gambar 3, 4, dan 5).



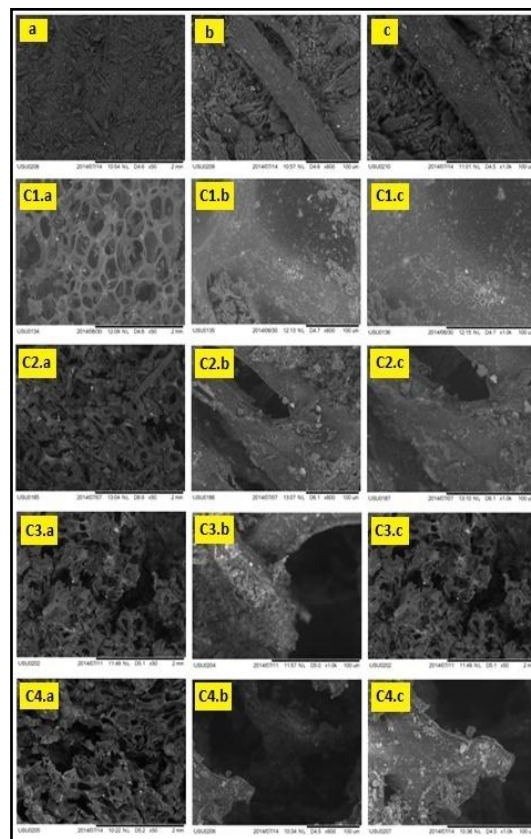
Gambar 6. Spektrum FTIR Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Busa Poliuretan dengan Bahan Pengisi TKKS 10 gram Sebelum dan Setelah Ditanam Selama 5, 10 dan 15 Hari

Dari data serapan inframerah menunjukkan bahwa ada terbentuk reaksi ikatan silang poliuretan, hal ini menunjukkan bahwa reaksi berjalan dengan sempurna setelah penambahan bahan pengisi serbuk tandan kosong kelapa sawit. Dari data inframerah tidak dapat dibuktikan secara pasti apakah degradasi terjadi pada busa poliuretan atau sampel yang di uji.

Menurut literatur bahwa selulosa dalam TKKS dapat lebih mudah terdegradasi. Ditinjau dari reaksi maka, besar kemungkinan penambahan TKKS pada sampel uretan hanya membentuk ikatan fisika.

### Karakterisasi dengan SEM

Berdasarkan pada pengamatan struktur permukaan polimer dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) terlihat adanya perubahan atau degradasi yang terjadi pada busa poliuretan. Hal ini menunjukkan bahwa TKKS pada busa poliuretan dapat terdegradasi pada masa dan waktu tertentu.



Gambar 6. Hasil Foto SEM Dengan Pembesaran 50X, 600X, dan 1000X TKKS (a - c); Busa Poliuretan Dengan Pengisi TKKS 10 gram Sebelum Ditanam (C1.a - C1.c); dan Busa Poliuretan Setelah Ditanam Selama 5 Hari (C2.a - C2.c), 10 hari (C3.a - C3.c) dan 15 hari (C4.a - C4.c)

Hasil analisis morfologi permukaan busa poliuretan dengan pengisi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebelum dan setelah ditanam dalam tanah ditunjukkan pada Gambar 6 terlihat bahwa permukaan busa poliuretan setelah ditanam selama 5 hari (pembesaran 1000X) menghasilkan lubang-lubang atau kerusakan pada permukaan. Demikian juga untuk busa poliuretan setelah ditanam selama 10 dan 15 hari, kerusakan permukaan yang dihasilkan

semakin banyak. Terbentuknya lubang-lubang kecil atau kerusakan pada permukaan busa poliuretan disebabkan oleh terdegradasinya bahan pengisi yaitu TKKS akibat tidak ada ikatan kimia yang permanen antara TKKS dan senyawa uretan. Selain itu, hasil analisis secara gravimetri juga menunjukkan adanya kehilangan berat pada busa poliuretan setelah ditanam di dalam tanah.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, diketahui bahwa serbuk tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat digunakan sebagai bahan pengisi untuk pembuatan busa poliuretan. Busa poliuretan telah berhasil disintesis dari PPG dan TDI dengan bahan pengisi dari serbuk tandan kosong kelapa sawit, hal ini dapat dilihat dari data serapan inframerah yaitu adanya serapan  $-NH$  terikat di daerah bilangan gelombang  $3292,66\text{ cm}^{-1}$ ; serapan  $C=O$  di daerah  $1409,76\text{ cm}^{-1}$ ; serapan  $NHCOO$  (uretan) di daerah  $1707,62\text{ cm}^{-1}$ . Data FTIR fasa poliuretan

belum menunjukkan biodegradasi kimia yang signifikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Al-Malaika, S. 1997. *Reactive Modifiers Polymer*. 1st edition. Aston University Press. Birmingham.
- Bilmeyer, W. F. 1994. *Text Book of Polymer Science*. 3rd edition. Jhon Wiley & Sons. New York
- Cowd, M. A. 1991. *Kimia Polimer* Institut Teknologi Bandung Press. Bandung.
- Cheremisinoff, P. Nicholas. 1989. *Handbook of Polymer Science and Technology*. Vol.2.
- Eli Rohaeti, N.M.Surdia, C.L.Radiman, E.Ratnaningsih. 2002. *Biodegradasi Poliuretan Hasil Sintesis Dari Amilosa - PEG400 - MDI Menggunakan Lumpur Aktif*, Prosiding Seminar Nasional Kimia, Bandung, 311-317.