

BAB IV

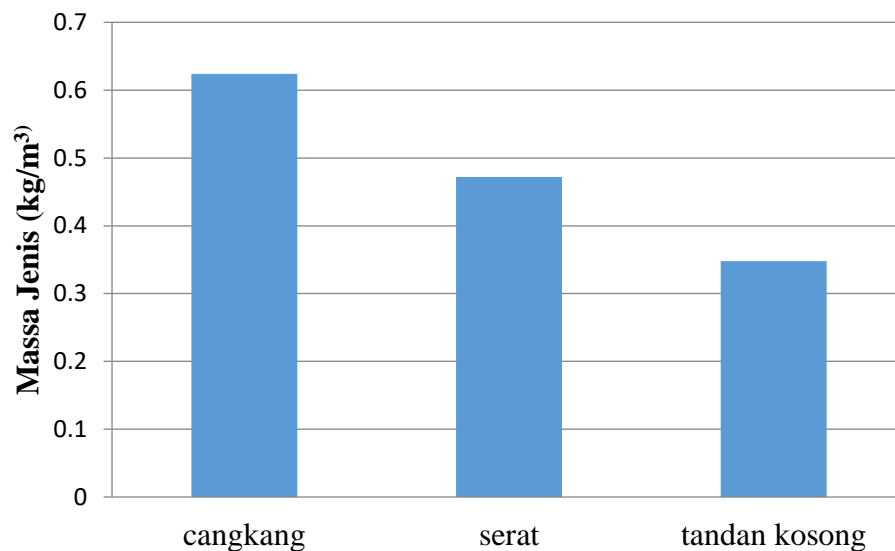
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Massa Jenis Cangkang, Tandan Kosong, dan Serat

Berikut ini hasil massa jenis cangkang, tandan kosong, dan serat sawit yang didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 1 Hasil perhitungan nilai massa jenis bahan penelitian

Spesimen	Massa (kg)	Volume (m ³)	Massa jenis
Cangkang	31,1925	50	0,62385
Serat	23,5915	50	0,47183
Tandan kosong	17,3998	50	0,347996

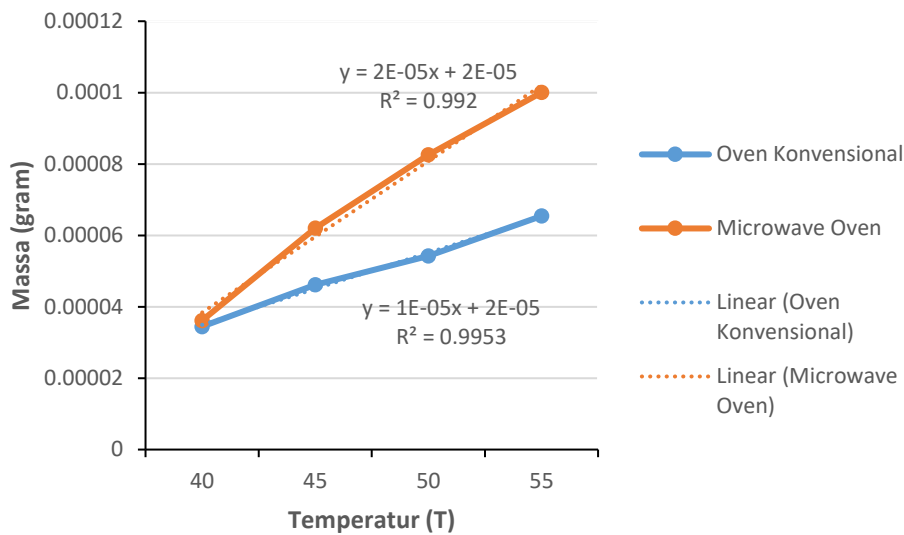


Gambar 4. 1 Grafik massa jenis cangkang, tandan kosong, dan serat kelapa sawit

Berdasarkan gambar 4.1 dapat diketahui bahwa massa jenis dari masing-masing limbah kelapa sawit memiliki nilai yang berbeda. Cangkang (0,6238 kg/m³) memiliki nilai massa jenis paling tinggi diikuti serat (0,4718 kg/m³) dan tandan kosong (0,3479 kg/m³) kelapa sawit. Hal ini dimungkinkan karena untuk nilai

volume yang sama, cangkang memiliki nilai massa yang paling besar dibandingkan dengan tandan kosong dan serat.

4.2. Laju Aliran Massa Pengeringan



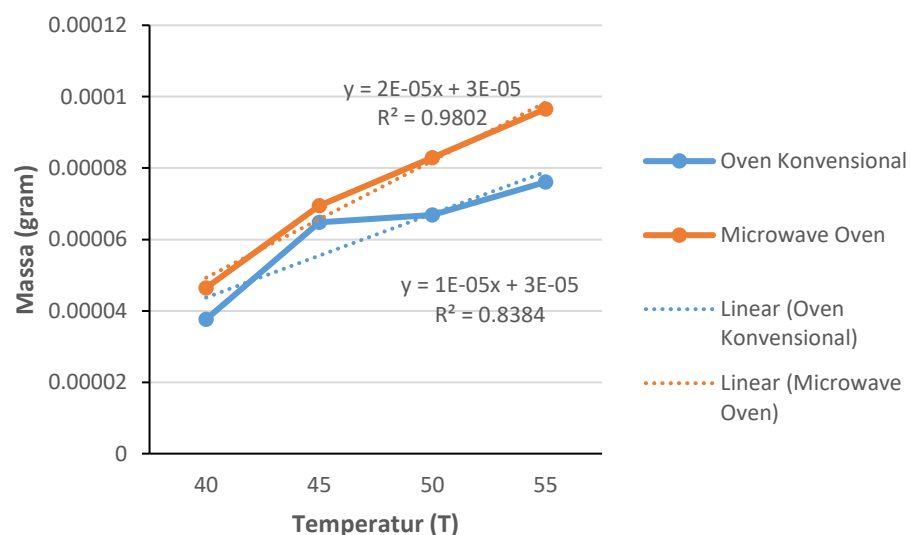
Gambar 4. 2 Laju aliran massa cangkang pada temperatur 40, 45, 50, dan 55 °C

Hasil dari gambar 4.2 laju aliran massa cangkang antara oven *microwave* dan oven konvensional dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya suhu temperatur secara otomatis, maka aliran dari laju pengeringan juga akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur pengeringan maka nilai energi yang diberikan pada proses pengeringan semakin besar. Irawati et al. (2008) menyebutkan bahwa semakin tinggi suhu ruang pengering maka laju pengeringan akan semakin cepat. Hal ini dapat terjadi karena panas yang masuk ke dalam bahan akan menguapkan kandungan air bahan secara bertahap keluar, tingginya suhu udara di sekitar bahan akan mengakibatkan gaya dorong antara permukaan bahan dengan udara ruang pengering semakin meningkat.

Proses pengeringan menggunakan oven konvensional pada temperatur 40°C mempunyai nilai tidak jauh berbeda dari pengeringan menggunakan oven *microwave*, akibatnya laju alir pengeringan pada temperatur 40°C mempunyai nilai yang hampir mirip. Namun, pada suhu 45°C, 50°C, dan 55°C laju aliran massa

proses pengeringan oven *microwave* dan oven konvensional sama-sama mengalami kenaikan secara signifikan, sehingga hasil grafik dari keduanya tidak saling berdekatan. Hal ini disebabkan adanya perubahan temperatur yang mempengaruhi laju aliran massa proses pengeringan, semakin tinggi suhu maka laju pengeringan juga akan semakin besar hal ini dikarenakan semakin besar suhu maka panas yang dialirkan juga semakin besar sehingga waktu yang digunakan untuk menguapkan air juga akan semakin cepat.

Berdasarkan dari grafik tersebut bahwa laju aliran massa proses pengeringan menggunakan oven *microwave* lebih cepat kering dibandingkan menggunakan oven konvensional. Hal itu dikarenakan pada proses pengeringan menggunakan oven *microwave*, energi panas muncul pada pusat material. Sedangkan pada penggunaan oven konvensional perambatan panas dimulai dari dinding luar material menuju ke dalam, sehingga pada proses pengeringan menggunakan oven *microwave*, uap air bergerak dari pusat menuju kedinding luar material. Hal ini berakibat pergerakan air kelingkuangan sekitar menjadi lebih cepat.

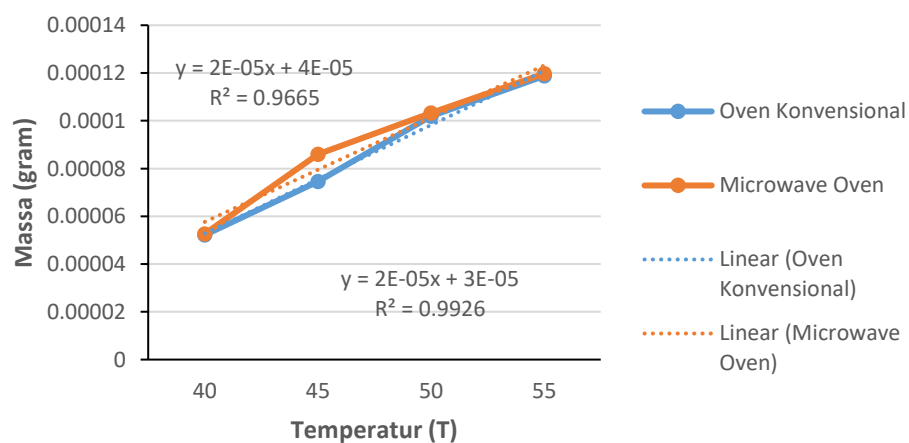


Gambar 4. 3 Laju aliran massa tandan kosong pada temperatur 40, 45, 50, dan 55°C

Gambar 4.3 laju aliran massa tandan kosong antara oven *microwave* dan oven konvensional dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya suhu temperatur maka laju pengeringan juga akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai energi yang diberikan pada proses pengeringan semakin besar.

Proses pengeringan dengan menggunakan oven konvensional pada suhu 40°C menuju suhu 45°C mengalami kenaikan yang signifikan, sedangkan pada suhu 45°C menuju suhu 50°C proses pengeringan tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Suhu 50°C menuju suhu 55°C laju aliran massa pengeringan mengalami kenaikan yang cukup signifikan. Sehingga pada grafik tersebut tidak saling berhimpit. Sedangkan proses pengeringan dengan menggunakan oven *microwave* selalu mengalami kenaikan yang signifikan, sehingga tidak ada yang saling sejajar antara suhu 40°C, 45°C, 50°C, dan 55°C pada grafik laju aliran massa tersebut. Menurut Suriadiand Murti (2011) cepat atau lambatnya proses pengeringan juga sangat tergantung pada energi (suhu) dan laju aliran massa udara pengering yang diberikan kepada sistem pengering tersebut.

Berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa hasil grafik oven *microwave* berada diatas dari hasil grafik oven konvensional. Hal itu disebabkan oven *microwave* lebih baik daripada oven konvensional dalam proses pengeringan.



Gambar 4. 4 Laju aliran massa serat pada temperatur 40, 45, 50, dan 55 °C

Hasil gambar 4.4 laju aliran massa serat antara oven *microwave* dan oven konvensional dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya suhu temperatur maka laju pengeringan juga akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai energi yang diberikan pada proses pengeringan semakin besar.

Berdasarkan dari gambar 4.4 dapat dijelaskan bahwa laju aliran massa menggunakan oven *microwave* dan oven konvensional dapat dilihat grafik saling berhimpit kecuali pada suhu 45°C. Proses pengeringan pada suhu 45°C laju aliran massa antara oven *microwave* dan oven konvensional tidak saling berhimpit.

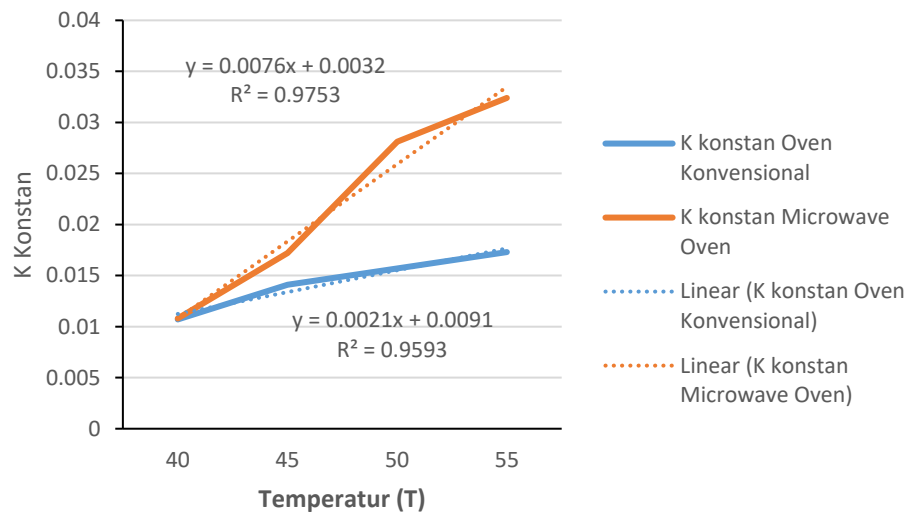
Grafik laju aliran massa pada serat tersebut dapat disimpulkan bahwa laju aliran massa proses pengeringan dengan menggunakan oven *microwave* lebih cepat kering dibandingkan menggunakan oven konvensional. Hal ini dikarenakan oven *microwave* menggunakan hasil dari radiasi gelombang elektromagnetik untuk memanaskan makanan, sedangkan oven konvensional listrik atau gas menjadi sumber ketika memanaskan, kemudian suhu panas akan menyebar dan mematangkan masakan. Cara kerja oven *microwave* meningkatkan panas dari pusat menuju ke dinding luar, sedangkan oven konvensional mentransfer panas dari sumbernya menuju ke dinding luar lalu kedalam.

Perbandingan dari gambar 4.2 - 4.4 dapat diketahui bahwa laju aliran massa pada proses pengeringan cangkang memiliki nilai paling kecil dibandingkan dengan tandan kosong dan serat. Hal ini dikarenakan cangkang memiliki nilai massa jenis yang paling besar dibandingkan tandan kosong dan serat, sehingga membuat cangkang memiliki laju aliran massa paling lambat dibandingkan tandan kosong dan serat.

Hal lain yang mempengaruhi proses pengeringan yaitu variasi suhu, dimana pengeringan pada suhu 55 °C lebih cepat dibandingkan pengeringan pada suhu 50, 45, dan 40 °C. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai energi yang diberikan pada proses pengeringan akan semakin besar.

Jenis oven pengering juga berpengaruh pada proses pengeringan. Proses pengeringan menggunakan oven *microwave* lebih cepat dibandingkan menggunakan oven pengering konvensional. Daya listrik yang dihasilkan oven *microwave* sebesar 800 W, sedangkan daya listrik yang dihasilkan dari oven konvensional berkisar 400-800 W.

4.3. Konstanta Laju Pengurangan Konstan



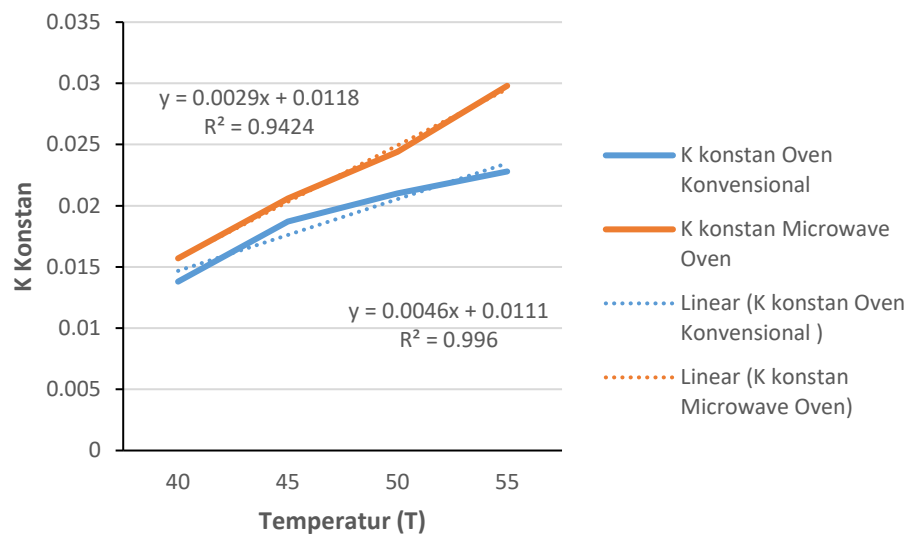
Gambar 4.4. Konstanta laju pengurangan konstan pada cangkang

Grafik gambar 4.5 Konstanta laju pengurangan konstan pada cangkang antara oven *microwave* dan oven konvensional dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya suhu pengeringan maka konstanta laju pengurangan konstan juga akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai konstanta laju pengurangan konstan yang diberikan pada proses pengeringan semakin besar. Menurut Rachmawan (2001), semakin tinggi suhu udara pengering, maka energi panas yang dibawa udara semakin banyak, sehingga jumlah massa air bahan yang diuapkan semakin besar.

Hasil dari gambar 4.5 dapat dijelaskan bahwa konstanta laju pengurangan konstan menggunakan oven *microwave* dan oven konvensional pada suhu 40°C memiliki nilai konstanta konstan yang hampir sama, hanya selisih 1 angka saja yaitu

menggunakan oven *microwave* memiliki nilai konstanta laju pengurangan konstan 0.0108 sedangkan menggunakan oven konvensional memiliki nilai konstanta laju pengurangan konstan 0.0107. Hal ini dikarenakan bentuk ukuran dari cangkang seragam dan juga luas permukaan cangkang memiliki ukuran yang hampir seragam.

Nilai konstanta laju pengurangan konstan antara menggunakan oven *microwave* dan oven konvensional selalu mengalami kenaikan yang signifikan. Hal ini disebabkan semakin tinggi suhu pengeringan maka semakin besar nilai konstanta laju pengurangan konstan yang dihasilkan karena panas yang diberikan semakin tinggi dan penguapan air juga semakin cepat.

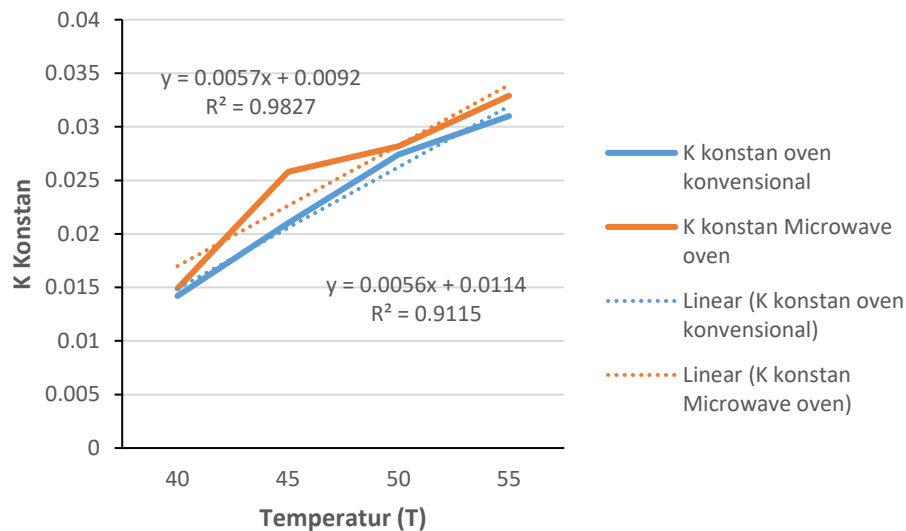


Gambar 4. 5 Konstanta laju pengurangan konstan pada tandan kosong

Berdasarkan gambar 4.6 dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi suhu temperatur maka konstanta laju pengurangan konstan yang dihasilkan semakin besar. Gambar grafik 4.6 dapat dilihat laju pengeringan oven *microwave* dan oven konvensional mengalami kenaikan nilai konstanta laju pengurangan konstan ketika suhu pengeringan semakin besar.

Kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa konstanta laju pengurangan konstan menggunakan oven *microwave* memiliki konstanta laju pengurangan konstan yang lebih besar dibandingkan menggunakan oven konvensional. Hal ini

dikarenakan nilai konstanta laju pengurangan konstan menggambarkan besar kecilnya laju pengeringan, sehingga semakin tinggi laju pengeringan maka nilai konstanta laju pengurangan konstan semakin besar



Gambar 4. 6 Konstanta laju pengurangan konstan pada serat

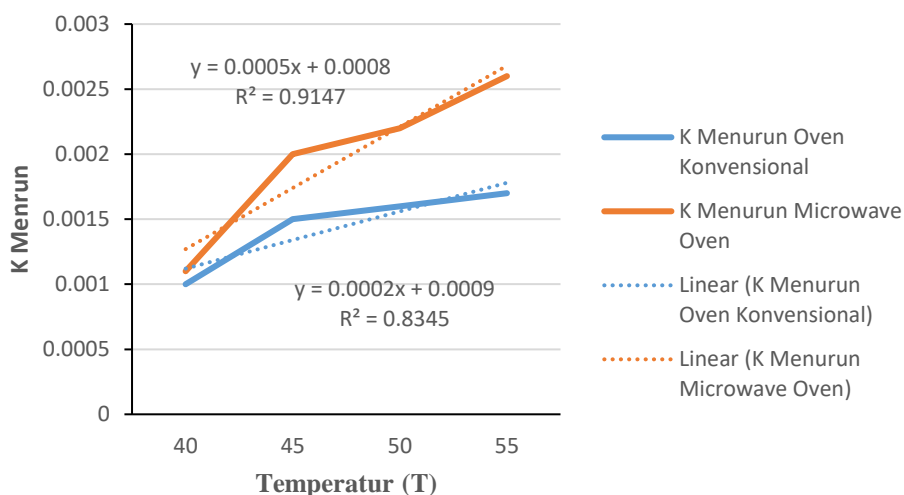
Gambar 4.7 konstanta laju pengurangan konstan pada serat antara oven *microwave* dan oven konvensional dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya suhu pengeringan maka konstanta laju pengurangan konstan juga akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena energi panas yang diberikan semakin tinggi maka nilai konstanta laju pengurangan konstan yang diberikan pada proses pengeringan semakin besar.

Hasil gambar 4.7 dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai konstanta laju pengurangan konstan yang dihasilkan semakin besar. Gambar grafik 4.6 dapat dilihat laju pengeringan oven *microwave* dan oven konvensional mengalami kenaikan nilai konstanta laju pengurangan konstan setiap kenaikan suhu pengeringan. Namun pada suhu 40°C nilai konstanta laju pengurangan konstan menggunakan oven *microwave* dan oven konvensional hampir berhimpitan, tetapi masih ada sedikit selisih nilai konstanta laju pengurangan konstan antara keduanya. Hal ini disebabkan bahan yang digunakan seragam.

Berdasarkan kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa konstanta laju pengurangan konstan menggunakan oven *microwave* memiliki konstanta laju pengurangan konstan yang lebih besar dibandingkan menggunakan oven konvensional. Hal ini dikarenakan konstanta laju pengurangan konstan menggambarkan besar kecilnya laju pengeringan, sehingga semakin tinggi laju suhu pengeringan maka konstanta laju pengurangan konstan semakin besar.

Berdasarkan gambar 4.5 - 4.7 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka konstanta laju pengurangan konstan akan semakin besar. Oven *microwave* lebih cepat kering daripada menggunakan oven konvensional, hal ini disebabkan karena oven *microwave* panas dihasilkan dari bagian dalam bahan pada saat molekul polar mengalami osilasi akibat pancaran gelombang mikro. Sedangkan, oven konvensional melalui perambatan panas dari sumber permukaan ke permukaan bahan. Hal ini mengakibatkan bagian permukaan bahan selalu mendapatkan panas yang intensif dibandingkan dalam bahan.

4.4. Konstanta Laju Pengurangan Menurun



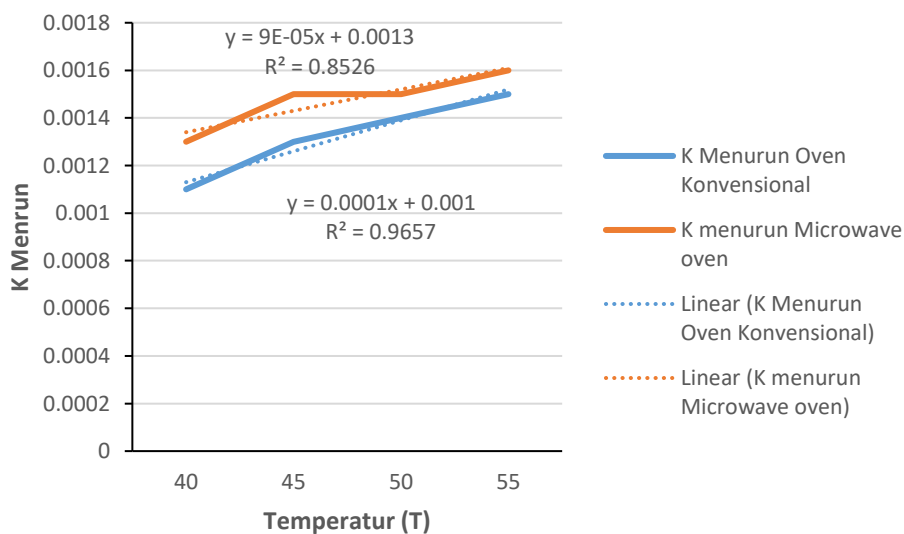
Gambar 4. 7 Konstanta laju pengurangan menurun pada cangkang

Gambar 4.8 merupakan grafik konstanta laju pengeringan menurun pada cangkang dengan menggunakan oven *microwave* dan oven konvensional. Variasi

suhu yang digunakan yaitu 40°C, 45°C, 50°C, dan 55°C. Grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengeringan dengan oven *microwave* lebih besar dari pada oven konvensional.

Hasil gambar 4.8 dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai konstanta menurun yang dihasilkan semakin besar. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan ketebalan bahan cangkang yang digunakan pada saat proses pengeringan. Menurut Henderson dan Perry (1976) mengatakan laju pengeringan dipengaruhi oleh bentuk, ukuran dan susunan bahan saat dikeringkan, suhu kelembapan, dan kecepatan aliran udara pengering.

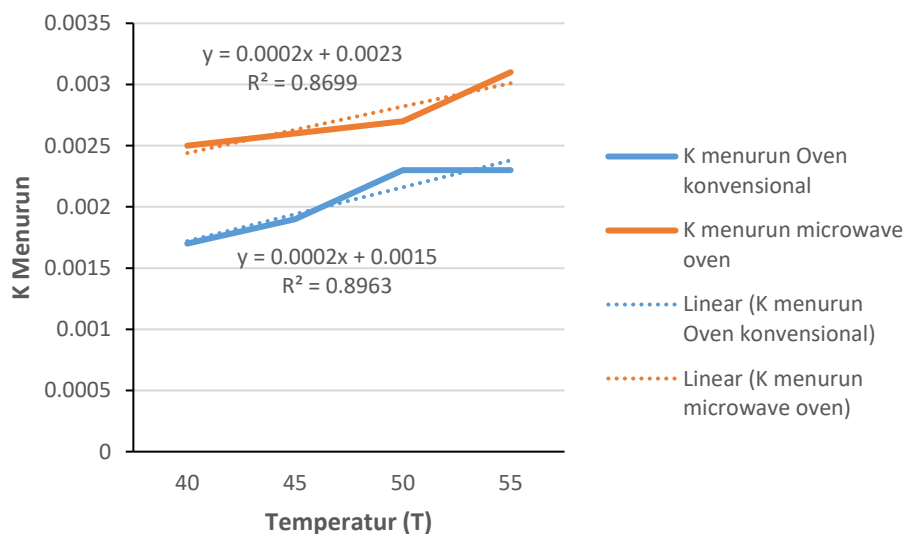
Berdasarkan kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa laju pengeringan konstanta menurun menggunakan oven *microwave* memiliki nilai konstanta menurun yang lebih besar dibandingkan menggunakan oven konvensional. Tahapan ini kadar air mulai terjadi perubahan yang disebut kadar air kritis dan bahan mulai mengering karena bahan tidak bisa mempertahankan permukaan bahan untuk tetap jenuh.



Gambar 4. 8 Konstanta laju pengeringan menurun pada tandan kosong

Gambar 4.9 merupakan grafik konstanta laju pengeringan menurun pada tandan kosong dengan menggunakan oven *microwave* dan oven konvensional. Variasi suhu temperatur yang digunakan yaitu 40°C, 45°C, 50°C, dan 40°C. Grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengeringan dengan oven *microwave* lebih besar dari pada oven konvensional.

Gambar 4.9 dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi suhu temperatur maka nilai konstanta menurun yang dihasilkan semakin besar. Gambar grafik 4.9 dapat dilihat laju pengeringan oven *microwave* dan oven konvensional mengalami kenaikan nilai konstanta menurun setiap kenaikan suhu temperatur. Hasil kedua grafik tersebut dapat disimpulkan bahwa laju pengeringan konstanta menurun menggunakan oven *microwave* memiliki nilai konstanta menurun yang lebih besar dibandingkan menggunakan oven konvensional. Jumlah dan ukuran tandan kosong faktor yang mempengaruhi kenaikan suhu dalam proses pengeringan. Tahapan ini kadar air mulai terjadi perubahan yang disebut kadar air kritis dan bahan mulai mengering karena bahan tidak bisa mempertahankan permukaan bahan untuk tetap jenuh.



Gambar 4. 9 Konstanta laju pengeringan menurun pada serat

Gambar 4.10 merupakan grafik konstanta laju pengeringan menurun pada serat dengan menggunakan oven *microwave* dan oven konvensional. Variasi suhu temperatur yang digunakan yaitu 40°C, 45°C, 50°C, dan 40°C. Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa pengeringan dengan oven *microwave* lebih besar dari pada oven konvensional.

Gambar 4.10 dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi suhu temperatur maka nilai konstanta menurun yang dihasilkan semakin besar. Gambar grafik 4.10 dapat dilihat laju pengeringan oven *microwave* dan oven konvensional mengalami kenaikan nilai konstanta menurun setiap kenaikan suhu temperatur. Tahap pengeringan dengan laju konstanta menurun mulai terjadi uap air didalam bahan mulai terhambat, sehingga tidak cukup untuk mempertahankan bahan tetap jenuh dan permukaan mulai mengering.

Berdasarkan dari gambar 4.8 - 4.10 dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka nilai konstanta laju pengeringan menurun akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena nilai laju konstanta menurun menggambarkan besar kecilnya laju pengeringan sehingga semakin naik juga. Hal lain yang mempengaruhi proses pengeringan adalah bentuk, ukuran, dan variasi suhu. Proses analisis diantara ketiga bahan antara cangkang, tandan kosong, dan serat yang memiliki nilai laju pengeringan konstanta menurun yang paling besar adalah serat karena cangkang memiliki nilai massa jenis yang paling besar dibandingkan dengan tandan kosong dan serat.