

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Pada proses pirolisis sampah organik dalam penelitian ini menghasilkan beberapa jenis produk antara lain :

a. *Char* (arang)

Char merupakan produk pirolisis yang berupa padatan. Pada penelitian ini akan dibahas perubahan massa dan volume pada *char* yang dihasilkan untuk setiap *residence time* yang berbeda. Selain itu dilakukan pengujian dengan bomb kalori meter untuk mengetahui nilai kalor dari setiap variasi yang telah ditentukan.

b. *Tar* (asap cair)

Tar merupakan gas yang dapat dikondensasi menjadi bentuk cair. Pada penelitian ini *tar* yang dihasilkan tidak sepenuhnya murni, namun masih ada campuran berupa air yang komposisinya masih sangat tinggi.

c. Gas

Pada penelitian ini belum dilakukan pembahasan terhadap gas yang dihasilkan dari proses pirolisis sampah organik.

4.2. Pembahasan

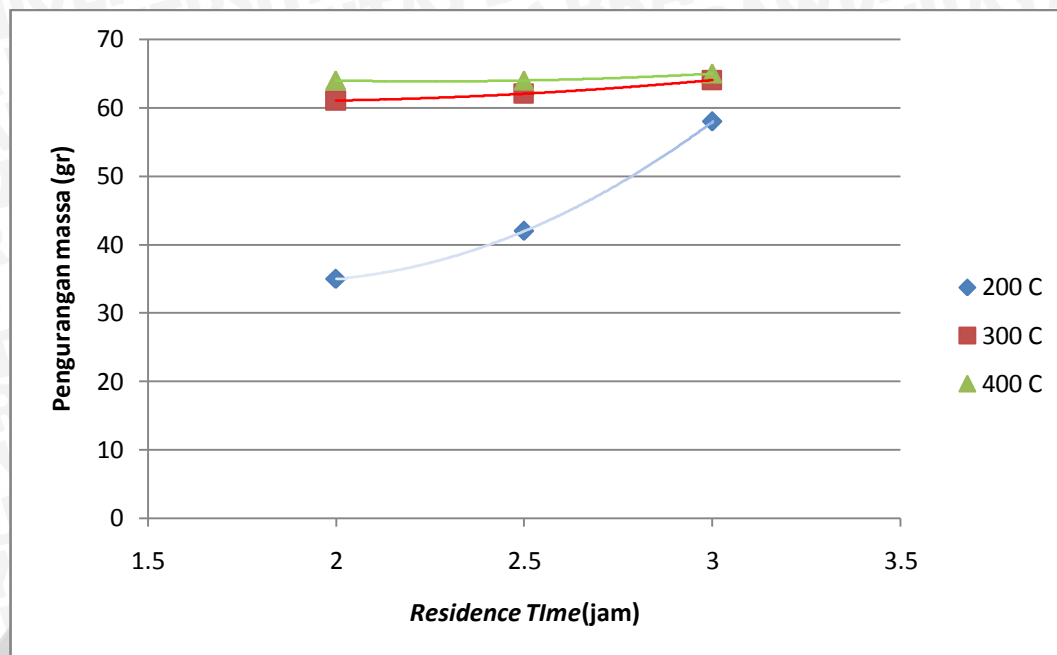
Hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa data yang menunjukkan hubungan antara *residence time* proses pirolisis terhadap beberapa variabel terikatnya, antara lain adalah perubahan massa, perubahan volume, perubahan warna, dan nilai kalor spesimen.

4.2.1 Produk Pirolisis berupa Char

a. Hubungan antara *Residence Time* terhadap Perubahan Massa Spesimen

Hubungan antara *residence time* proses pirolisis dan perubahan massa spesimen ditunjukkan pada grafik berikut.





Gambar 4.1 Grafik hubungan *residence time* proses pirolisis dan perubahan massa spesimen

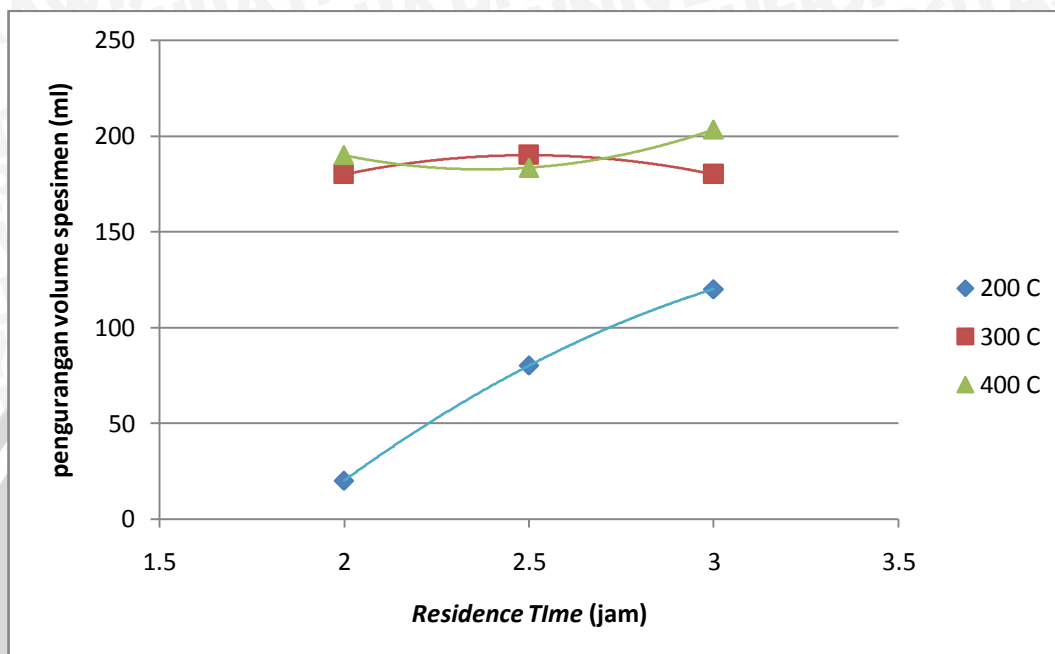
Temperatur berpengaruh sangat besar terhadap perubahan massa spesimen. Pada gambar 4.1 ditunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pirolisis maka semakin besar pula pengurangan massa sampah organik. Sebaliknya pada temperatur yang lebih rendah semakin rendah pengurangan massanya.

Pada proses pirolisis temperatur 200°C pengurangan massa yang terjadi tidak terlalu besar, karena pada temperatur tersebut panas hanya dapat menguapkan kadar air yang terkandung dalam spesimen dan belum mencukupi untuk proses dekomposisi atau pemecahan selulosa pada komponen spesimen sepenuhnya. Sedangkan pada temperatur 400°C mengalami pengurangan massa yang paling besar, karena komponen-komponen spesimen telah mengalami dekomposisi termal menjadi bentuk padat, cair dan gas. Sehingga massa padatan yang tersisa lebih sedikit akibat terbentuknya hasil pirolisis berupa cair dan gas.

Pada grafik tersebut terlihat bahwa semakin lama *residence time* proses pirolisis menyebabkan penurunan massa yang semakin besar. Hal ini terjadi karena semakin besar waktu pirolisis menyebabkan semakin banyak energi panas yang diterima oleh spesimen. Energi panas tersebut semakin merata disetiap spesimen, sehingga semakin banyak bagian spesimen yang terdekomposisi.

b. Hubungan antara *residence time* proses pirolisis dan volume akhir produk char

Hubungan antara *residence time* proses pirolisis dan volume char yang terbentuk dapat dilihat pada grafik berikut ini.



Gambar 4.2 Grafik hubungan antara *residence time* proses pirolisis dengan volume akhir char

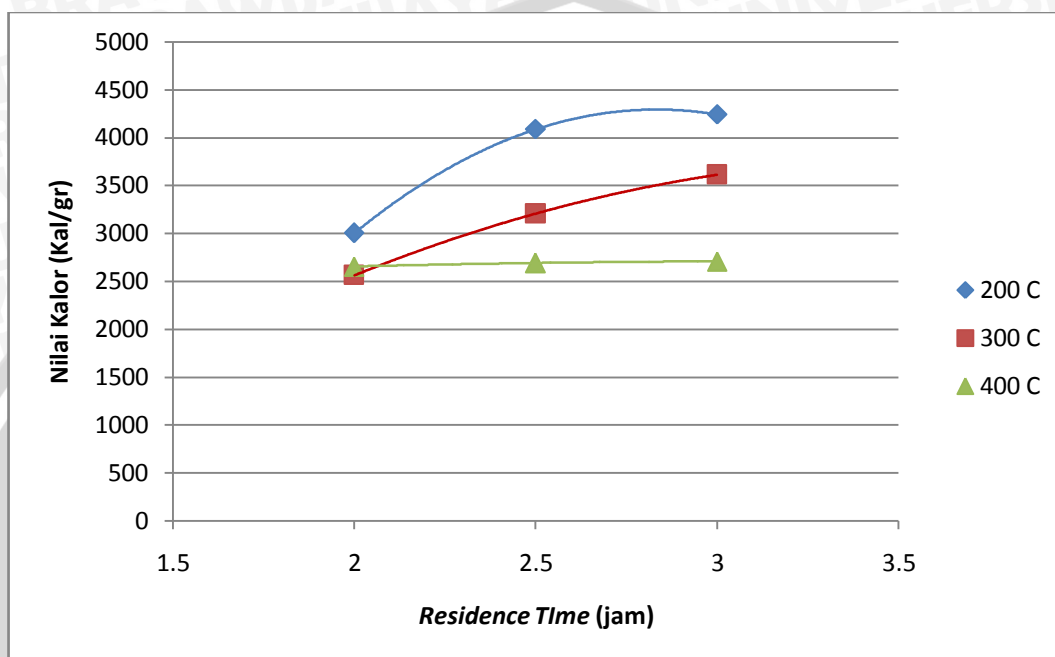
Gambar 4.2 menunjukkan pengurangan volume char pada variasi *residence time* pirolisis yang berbeda. Dari grafik terlihat bahwa pada temperatur yang sama dan *residence time* yang berbeda, semakin besar *residence time* diikuti dengan penurunan volume yang semakin besar pula. Hal ini disebabkan karena semakin besar *residence time* maka semakin banyak jumlah kalor yang berpindah pada benda dari bahan yang paling dekat dengan sumber panas menuju bahan yang paling jauh, sehingga semakin banyak spesimen yang terdekomposisi. Proses dekomposisi ini mengakibatkan komposisi dari bahan yang sebagian besar berupa selulosa akan terpecah dan menghasilkan gas dan tar, oleh karena itu volume dari char akan semakin berkurang.

Dari grafik juga menunjukkan bahwa semakin besar temperatur maka semakin besar penurunan volume char. Hal tersebut terjadi karena semakin tinggi temperatur maka semakin banyak komponen-komponen biomassa yang

terdekomposisi menjadi bentuk cair dan gas, sehingga pengurangan volume char juga akan semakin besar.

c. Hubungan antara *residence time* proses pirolisis dan Nilai Kalor char

Hubungan antara *residence time* proses pirolisis dan nilai kalor char ditunjukkan pada grafik berikut.



Gambar 4.3 Grafik hubungan antara *residence time* proses pirolisis dan nilai kalor char

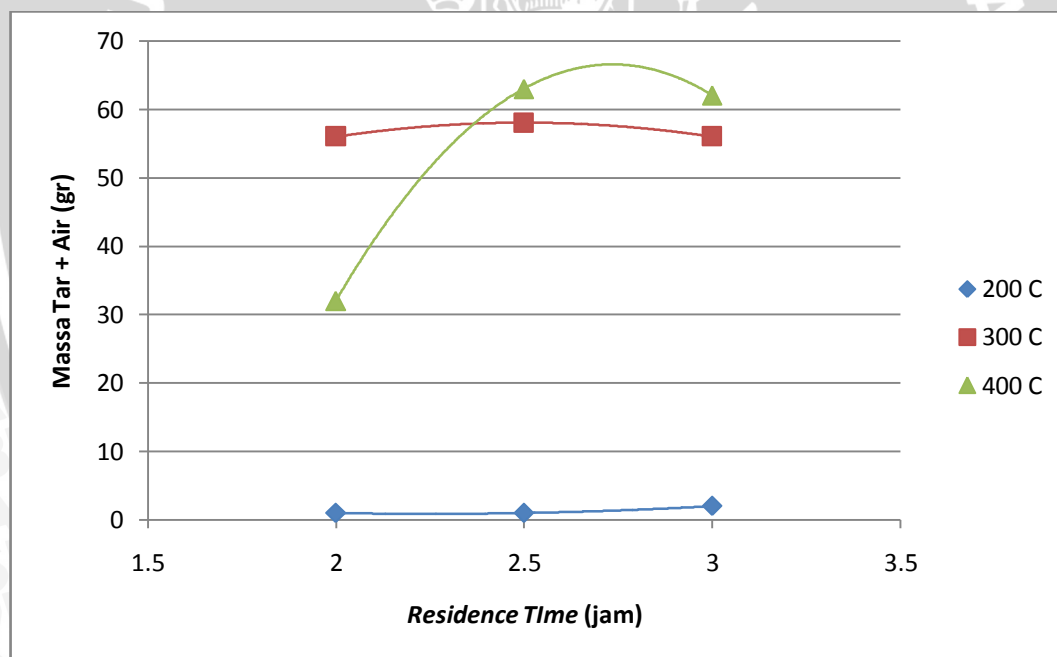
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin besar *residence time* pada proses pirolisis maka nilai kalor dari padatan (*char*) cenderung naik. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi *residence time* maka proses dekomposisi semakin merata pada seluruh spesimen, proses dekomposisi biomassa menghasilkan produk char, tar dan gas. Char merupakan bentuk padat hasil pirolisis yang mengandung fixed carbon yang meningkatkan nilai kalor spesimen. Semakin lama *residence time* spesimen maka fixed carbon yang terbentuk semakin banyak sehingga nilai kalornya semakin tinggi pula. Nilai fixed carbon dihitung dengan analisa proximate, sehingga dapat dianalisa semakin lama *residence time* spesimen maka kandungan air dan volatile akan semakin sedikit karena semakin banyak air yang diuapkan serta kandungan volatile akan semakin sedikit.

Dapat ditunjukkan pada grafik tersebut bahwa semakin tinggi temperatur maka nilai kalor spesimen semakin kecil. Hal ini disebabkan karena selulosa yang terdekomposisi pada temperatur antara di atas 300°C menghasilkan kadar volatile yang semakin tinggi sehingga fixed carbon yang terbentuk pada char semakin kecil sehingga nilai kalor spesimen berkurang. Nilai kalor paling tinggi yaitu pada temperatur 200°C dengan *residence time* 3 jam dengan nilai 4243,852 kal/gr karena pada temperatur tersebut fixed carbon yang terbentuk optimum karena kadar air dan kandungan volatil yang sedikit sehingga nilai kalor dari *char* semakin tinggi.

4.2.2 Produk pirolisis berupa Tar (Tar+Air)

a. Hubungan antara *Residence time* dan Massa Tar + Air

Hubungan antara *residence time* spesimen pada proses pirolisis terhadap massa *tar* dan air ditunjukkan pada gambar 4.4.



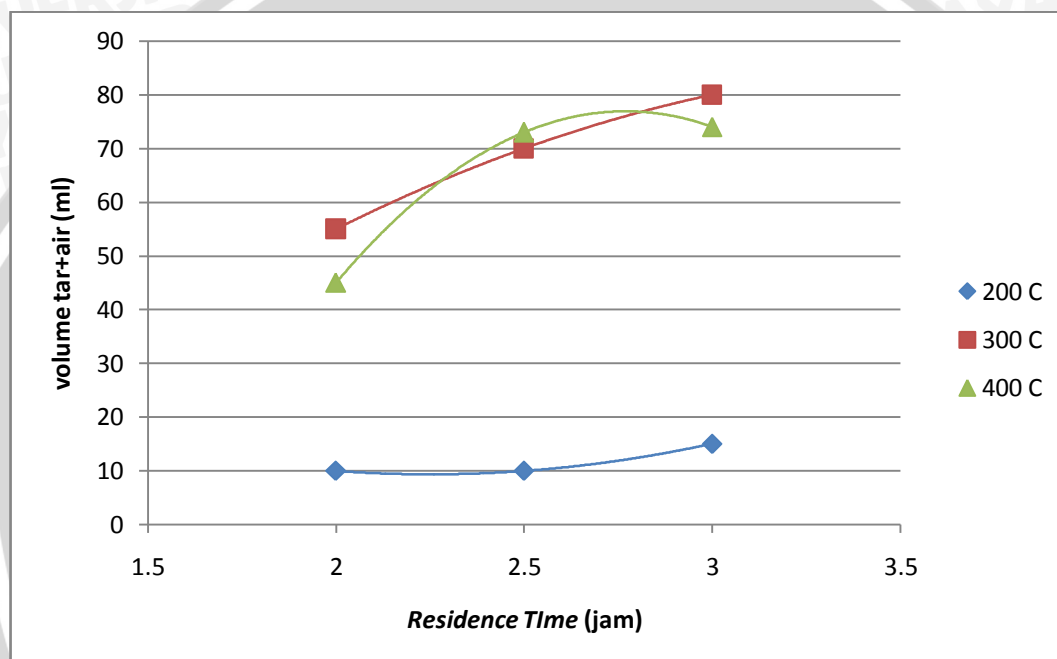
Gambar 4.4 Grafik hubungan antara *residence time* dan massa *tar* + air

Grafik diatas menunjukkan produk hasil pirolisis berupa campuran antara tar dan air. Dari grafik tersebut diketahui bahwa semakin tinggi *residence time* maka massa asap cair yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tinggi *residence time* akan menyebabkan semakin banyak asap cair yang menguap dan kemudian terkondensasi yang merupakan produk hasil pirolisis yang berbentuk cair.

Pada temperatur yang berbeda diketahui bahwa semakin tinggi temperaturnya maka semakin banyak massa *tar* dan air yang terbentuk. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur maka semakin banyak bahan yang terdekomposisi menjadi asap cair dan gas. Nilai optimum untuk produksi asap cair yaitu pada temperatur 400°C.

b. Hubungan antara *Residence time* dan Volume Tar + Air

Hubungan antara *residence time* dan volume *tar* + air dapat ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik hubungan antara *residence time* dan volume *tar* + air

Grafik tersebut menunjukkan produk hasil pirolisis berupa campuran antara *tar* dan air. Dari grafik tersebut diketahui bahwa semakin tinggi *residence time* maka volume asap cair yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin tinggi *residence time* akan menyebabkan semakin banyak asap cair yang menguap dan kemudian terkondensasi yang merupakan produk hasil pirolisis yang berbentuk cair.

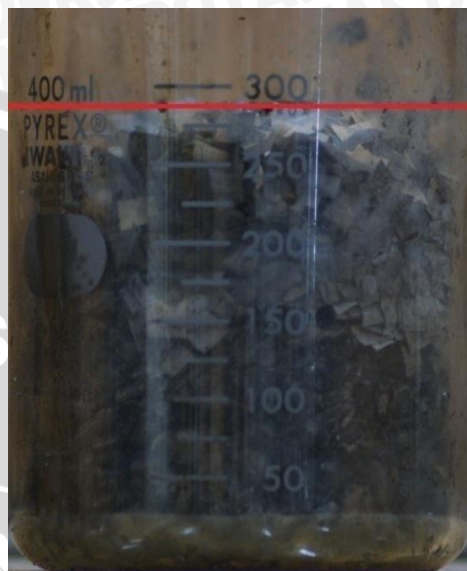
Pada temperatur yang berbeda diketahui bahwa semakin tinggi temperaturnya maka semakin banyak volume *tar* dan air yang terbentuk. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi temperatur maka semakin banyak bahan yang terdekomposisi menjadi asap cair dan gas.

4.2.3 Perbandingan *char* hasil pirolisis dengan variasi *residence time* proses pirolisis yang berbeda

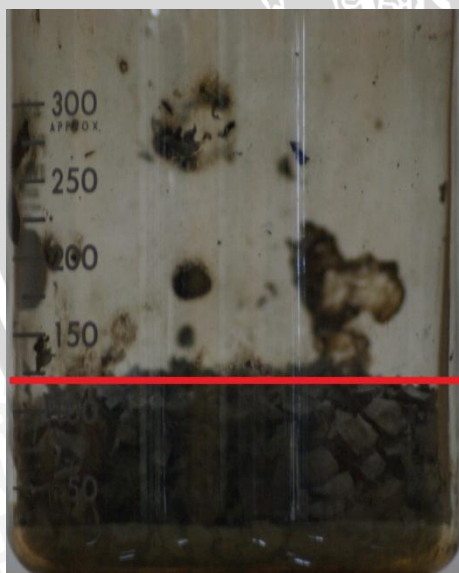
a. *Residence time* 2 jam



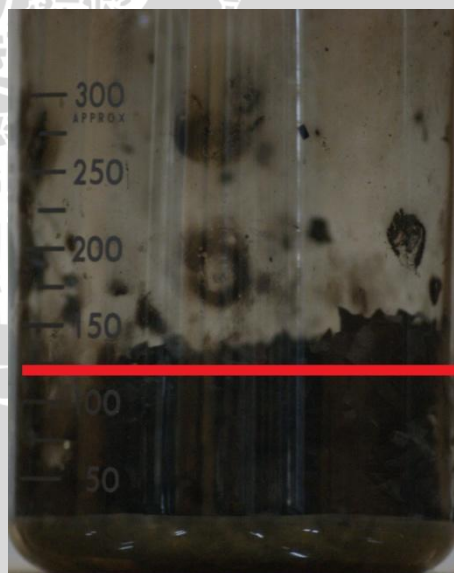
Sebelum pirolisis



200°C



300°C



400°C

b. Residence time 2,5 jam



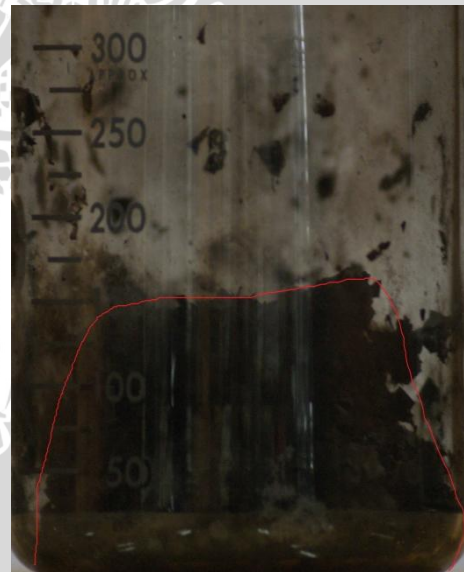
Sebelum pirolisis



200°C



300°C



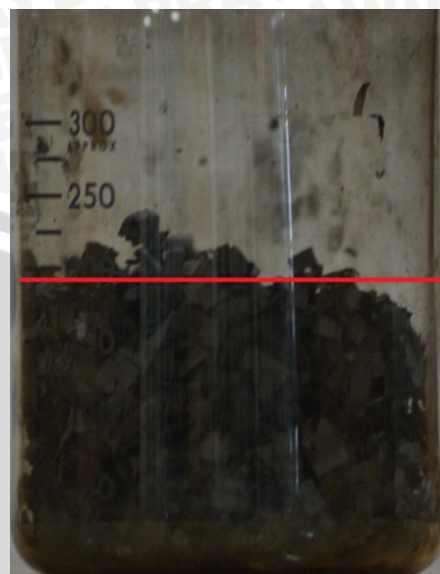
400°C



c. *Residence time 3 jam*



Sebelum pirolisis



200°C



300°C



400°C

Gambar 4.6 Perbandingan padatan hasil pirolisis dengan berbagai variasi *residence time* dan temperatur

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa semakin tinggi *residence time* proses pirolisis warna char yang terbentuk semakin hitam pekat. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pirolisis maka proses dekomposisi terjadi pada seluruh spesimen sehingga warna menjadi lebih hitam.

Spesimen yang belum dipirolisis masih berwarna alami sesuai masing-masing bahan. Setelah dilakukan proses pirolisis pada temperatur 200°C warna spesimen berubah menjadi kecoklatan, karena adanya panas yang diperlakukan pada spesimen sehingga kadar air dari bahan berkurang. Proses pirolisis dalam waktu yang lebih lama menyebabkan semakin banyak jumlah kalor yang dipindahkan dan lebih merata pada semua bahan, sehingga semakin banyak kandungan air yang diuapkan. Selain itu volume char yang dihasilkan juga akan semakin kecil.

Pada temperatur 300°C warna spesimen terlihat lebih gelap dibandingkan dengan temperatur 200°C. Hal ini disebabkan karena pada temperatur tersebut komponen biomassa yang berupa selulosa telah terdekomposisi. Apabila proses ini berlangsung pada waktu pirolisis yang lebih lama maka semakin banyak selulosa yang terdekomposisi menjadi gas, sehingga warna spesimen akan tampak lebih gelap. Selain itu dapat ditunjukkan volume char akan semakin kecil dengan temperatur yang lebih tinggi serta waktu pirolisis yang lebih lama.

Pada proses pirolisis dengan temperatur 400°C terlihat spesimen berwarna hitam pekat. Hal ini mengindikasikan komponen dari biomassa berupa selulosa telah terdekomposisi dan menghasilkan char sebagai produk padatan (solid residue). Semakin lama waktu pirolisis maka volume dari char juga semakin kecil dan cenderung mampat pada bagian tengah, hal ini disebabkan karena panas yang semakin merata pada semua bahan biomassa.