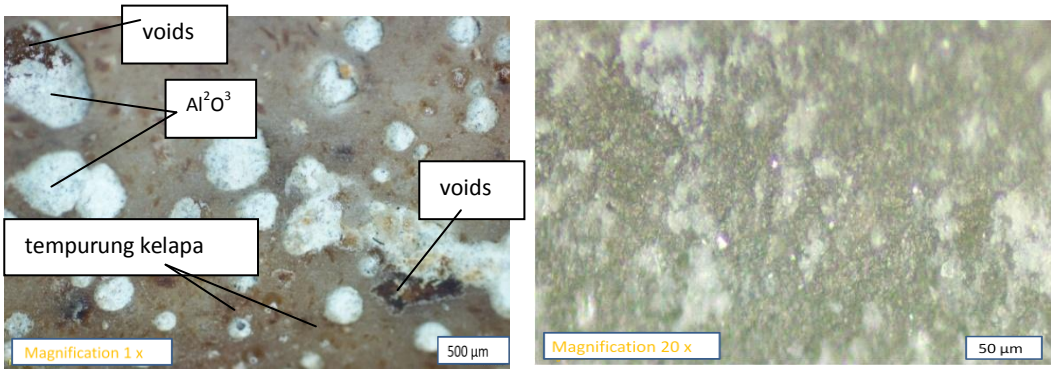
BAB IV
HASIL PENELITIAN dan PEMBAHASAN

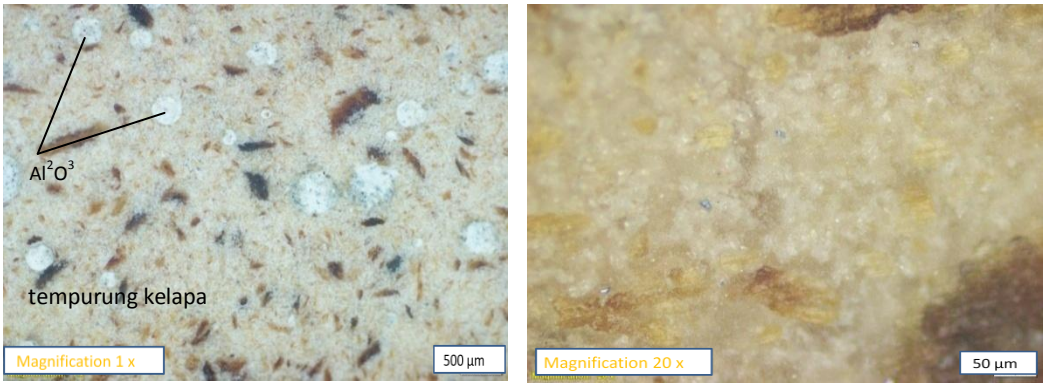
4.1 Foto Makro dan Foto Mikro

Foto Makro dan Mikro digunakan untuk mengetahui dan membedakan kerusakan yang terjadi pada spesimen dan digunakan juga untuk mengetahui distribusi dan ikatan antara masing-masing bahan penyusun yaitu antara tempurung kelapa, alumunium oxide dan resin. Foto makro dan mikro dilakukan di Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

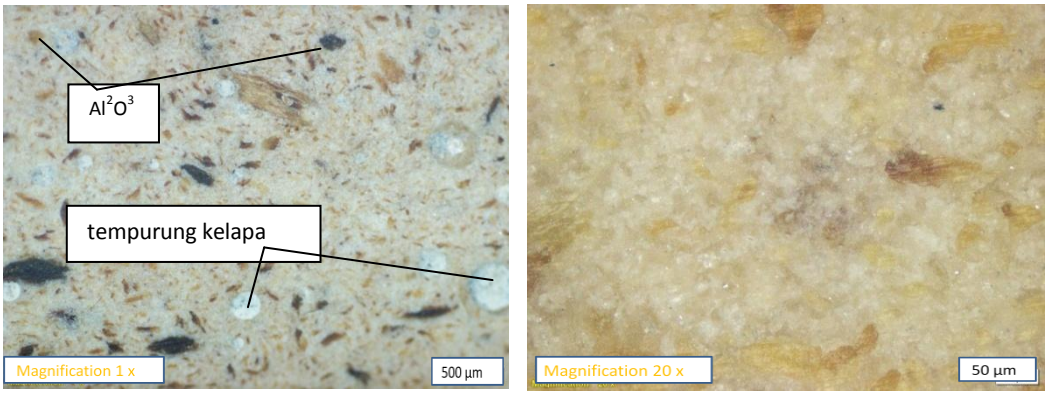
Hasil akhir dari Fraksi massa 12,5 %, 18,75%, 25 %, dan 31,25% dicari yang paling baik penampangnya dan tidak banyak memiliki cacat. Struktur permukaan spesimen uji pada fraksi massa 12,5 %, 18,75%, 25 %, dan 31,25% dengan skala 500 micrometer pada foto makro dan perbesaran 20 X dengan skala 50 micrometer pada foto mikro dapat dilihat pada gambar 4.1 sampai 4.5.



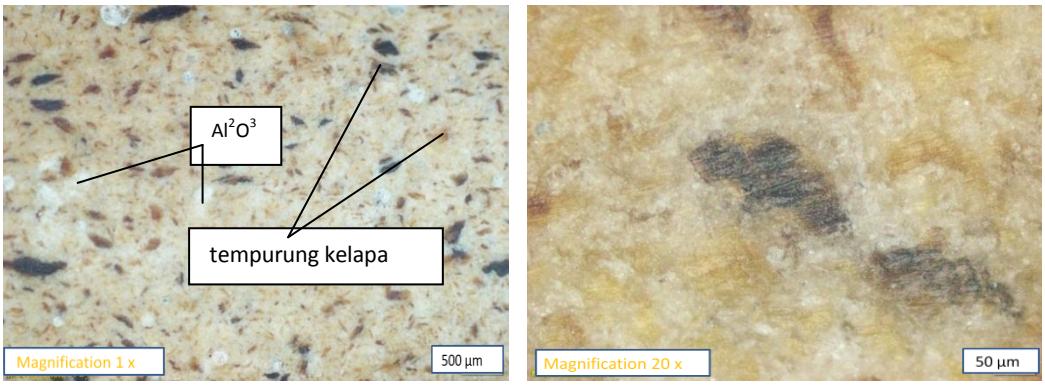
Gambar 4.1 Spesimen pada Fraksi Massa 12,5 %



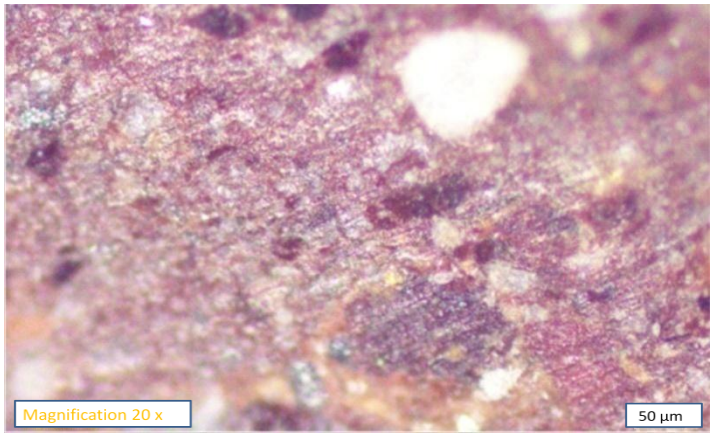
Gambar 4.2 Spesimen pada Fraksi Massa 18,75 %



Gambar 4.3 Spesimen pada Fraksi Massa 25 %



Gambar 4.4 Spesimen pada Fraksi Massa 31,25 %



Gambar 4.5 Kampas Rem Indopart

Dari hasil foto makro dan mikro didapatkan kelima foto yang menunjukan penampang struktur yang berbeda-beda. Dapat dilihat bahwa pada gambar 4.1 yang menunjukan fraksi massa 12,5 % dengan komposisi 10 gram tempurung kelapa, 20 gram Alumunium Oxide, dan 50 gram resin menujukan hasil yang

paling berbeda dengan spesimen yang lain. Pada fraksi massa 12,5 % dapat dilihat adanya banyak *void* atau lubang-lubang sehingga komposit menjadi tidak homogen, dikarenakan resin terlalu banyak dan pada fraksi massa 12,5 % ini pembuatanya juga sulit karena perbandingan antara serbuk dengan resin pengikatnya berbeda jauh, hal ini yang menyebabkan warna dari komposit berbeda dan memiliki kekerasan yang rendah. Dapat dilihat juga bahwa serbuk alumunium terlihat sangat banyak dan serbuk tempurung kelapa tidak terlihat banyak karena kandungan tempurung kelapa yang sedikit dan tidak terdistribusi secara merata.

Fraksi massa 18,75% dapat dilihat pada gambar 4.2, dapat dilihat bahwa serbuk alumuniumnya semakin berkurang dan serbuk tempurung kelapa semakin banyak dari fraksi massa 12,5%, karena perbandingan antara ketiga campuran semakin baik sehingga distribusinya tempurung kelapa juga semakin baik. Pada fraksi massa 25% pada gambar 4.3 menunjukan hasil yang lebih baik dari fraksi massa 12,5% dan 18,75% hal ini karena resin dan tempurung kelapa memiliki campuran yang tepat sehingga alumina dan tempurung kelapa dapat dilihat cukup merata sehingga memiliki ikatan yang baik. Hasil yang paling baik ditunjukan pada gambar 4.4 dengan fraksi massa 31,25% karena campuran antara tempurung kelapa, alumunium, dan resin cukup seimbang. Sehingga menghasilkan serbuk tempurung kelapa yang terdistribusi secara merata dan memiliki ikatan yang baik.

Hasil foto mikro kampas rem merk Indopart menunjukan bahwa campuran bahan penyusunnya merata dan saling mengikat. Pada penelitian ini tidak dilakukan pengujian untuk mengetahui komposisi bahan kampas rem Indopart. Kampas rem merk Indopart ini hanya dijadikan sebagai pembanding untuk mengetahui kekerasan dan keausannya saja. Sehingga hanya dilakukan pengujian kekerasan dan keausan pada kampas rem ini.

Dari hasil foto makro dan mikro dapat disimpulkan bahwa semakin banyak fraksi massa komposit tempurung kelapa maka semakin baik struktur penampangnya hal ini tidak lepas juga dari campuran yang sesuai dari tempurung kelapa, resin, dan Alumunium oxide.

4.2 Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan di D3 teknik mesin UGM dengan menggunakan metode uji vikers dengan pembebanan 1 Kg satuan pengukuran diagonal jejak indentor dalam mm. Pengujian dilakukan pada tanggal 3 dan 4 April 2017. Dari pengujian di D3 teknik Mesin UGM didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kekerasan

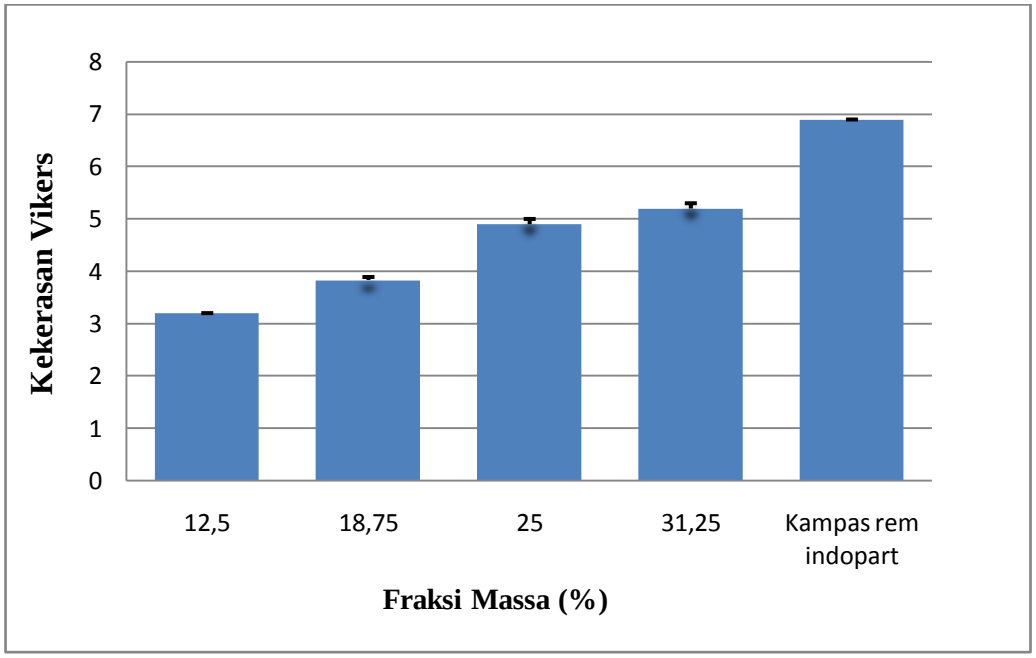
NO	Fraksi Massa (%)	Posisi titik uji	d_1 (mm)	d_2 (mm)	$d_{rata-rata}$ (mm)	Kekerasan (VHN)
1	12,5	Acak	0,76	0,76	0,76	3,2
			0,76	0,76	0,76	3,2
			0,76	0,76	0,76	3,2
2	18,75	Acak	0,69	0,70	0,695	3,8
			0,69	0,69	0,690	3,9
			0,69	0,70	0,695	3,8
3	25	Acak	0,62	0,60	0,610	5,0
			0,63	0,61	0,620	4,8
			0,62	0,62	0,615	4,9
4	31,25	Acak	0,59	0,59	0,590	5,3
			0,59	0,61	0,600	5,2
			0,62	0,59	0,605	5,1
5	Kampas rem indopart	Acak	0,52	0,52	0,52	6,9
			0,52	0,52	0,52	6,9
			0,52	0,52	0,52	6,9

Dari hasil pengujian telah didapatkan harga kekerasan setiap masing-masing titik yang telah dilakukan pengujian pada posisi acak, jadi dapat dilakukan penekanan pada bagian yang dianggap tidak ada cacat. Setelah kekerasan masing-masing didapat di cari rata-rata kekerasan masing-masing spesimen uji. Kekerasan rata-rata dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai Kekerasan Rata-Rata

NO	Fraksi Massa	Kekerasan Titik satu	Kekerasan Titik dua	Kekerasan Titik tiga	Kekerasan Rata-rata
1	12,5	3,2	3,2	3,2	3,2
2	18,75	3,8	3,9	3,8	3,83
3	25	5,0	4,8	4,9	4,9
4	31,25	5,3	5,2	5,1	5,2
5	Kampas rem indopart	6,9	6,9	6,9	6,9

Dari tabel 4.2 dapat dilihat kekerasan rata-rata masing-masing spesimen uji. Setelah kekerasan rata-rata diketahui selanjutnya membuat grafik kekerasan yang dilengkapi dengan standar deviasi yang dapat dilihat pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik Kekerasan Dengan Pembanding Kampas Rem Indopart

Dari grafik dapat diketahui bahwa kekerasan yang paling rendah terjadi pada fraksi massa 12,5 % dengan komposisi 10 gram tempurung kelapa, 20 gram alumunium oxide, dan 50 gram resin. Kekerasan pada fraksi massa 12,5 %

memiliki kekerasan yang rendah karena sampel ini memiliki kandungan tempurung kelapa yang sedikit. Pada fraksi massa 18,25 % memiliki kekerasan yang semakin tinggi dari fraksi massa 12,5 % dan pada fraksi massa 25% kekerasanya juga semakin tinggi dari fraksi massa 12.5% dan 18,25% karena serbuk tempurung kelapa pada fraksi massa ini semakin banyak. Kekerasan yang paling tinggi terdapat pada fraksi massa 31,25 % dengan komposisi serbuk tempurung kelapa 15 gram, alumunium oxide 20 gram, dan resin sebesar 35 gram. Pada fraksi massa 31,25 % memiliki kekerasan paling tinggi karena kandungan serbuk tempurung kelapa pada komposisi ini memiliki kandungan yang paling tinggi. Dapat disimpulkan bahwa tempurung kelapa sangat mempengaruhi kekerasan pada pembuatan komposit untuk kampas rem. Kekerasan tersebut dapat dibuktikan dengan pengujian kekerasan menggunakan pengujian vikers yang didapatkan bahwa semakin rendah komposisi serbuk tempurung kelapa maka kekerasannya semakin rendah, sedangkan semakin besar fraksi massa serbuk tempurung kelapa maka semakin besar juga kekerasannya.

Kekerasan kampas rem dengan perbandingan fraksi massa tempurung kelapa dan resin sebesar 12,5% : 62,5%, 18,75% : 56,25%, 25% : 50%, dan 31,25 : 43,75% serta alumunium oxide dibuat tetap masih didapat hasil yang cukup jauh dari kampas rem indopart. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Santoso, (2013) bahwa Santoso telah berhasil membuat kampas rem dengan bahan tempurung kelapa-alumunium yang sudah mendekati kampas rem dipasaran yaitu pada variasi fraksi 20% serbuk tempurung kelapa dan 40% alumunium dengan menghasilkan kekerasan brinel sebesar 16,8 kgf/mm^2, sedangkan kekerasan kampas rem dipasaran dengan menggunakan brinel sebesar 18,5 kgf/mm^2. Pengujian yang dilakukan Santoso memiliki nilai kekerasan yang lebih baik karena campurannya yaitu alumunium memiliki kandungan sebesar 40%. Karena kekerasan alumunium lebih rendah dari kekerasan alumunium oxide maka pengujian ini menggunakan kandungan serbuk alumunium oxide sebesar 25% namun dari kandungan ini hasil didapatkan bahwa komposit serbuk tempurung kelapa dan alumunium oxide masih belum menghasilkan nilai kekerasan yang sama dengan kekerasan kampas rem dipasaran.

Penelitian ini memiliki kesamaan dengan penelitian Santoso bahwa semakin banyak serbuk tempurung kelapa maka kekerasanya semakin naik sedangkan berbeda dengan pengujian oleh kiswiranti dengan bahan tempurung kelapa dan MgO didapatkan bahwa kekerasan semakin menurung seiring dengan bertambahnya komposisi tempurung kelapa. Penelitian dengan penambahan alumunium oxide masih memiliki kemungkinan untuk mendekati kampas rem dipasaran jika fraksi massa tempurung kelapa dan fraksi massa alumunium ditambah.

4.3 Hasil pengujian Keausan

Pengujian keausan dilakukan dengan menggunakan uji gesek. Pengujian ini dilakukan selama 10 jam dengan pembagian waktu 5 jam berhenti dan 5 jam berhenti suapaya dapat diketahui berat spesimen yang berkurang dan agar motor yang digunakan untuk pengujian tidak mengalami kerusakan. Luas permukaan spesimen yang dilakukan uji keausan yaitu sebesar 20 mm x 25 mm. Pengujian gesek ini digunakan untuk mengetahui laju keausan dengan mengetahui berat awal spesimen (w_o), berat akhir atau berat setelah dilakukan pengausan (w_1) dan waktu yang dibutuhakan selama pengujian (t). Setelah itu di cari laju keausan dengan menggunakan rumus :

$$W = \frac{w_o - w_1}{t}$$

Dengan perhitungan melalui data-data yang didapat dari pengujian, didapatkan hasil :

Perhitungan Keausan Nomor 1 Spesimen 1

Di ket = W_o = 4,55 gram

W_1 = 4,53 gram

t = 10 Jam

Di Tanya = W = Keausan ....?

Di Jawab = W = (Wo – W1)/ (t)

W = (4,55 – 4,53)/ (10)

W = 0,002 gram/ Jam

Dengan menggunakan rumus yang sama didapatkan hasil untuk seluruh pengujian pada 15 spesimen. Hasil pengujian untuk 15 spesimen dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Keausan

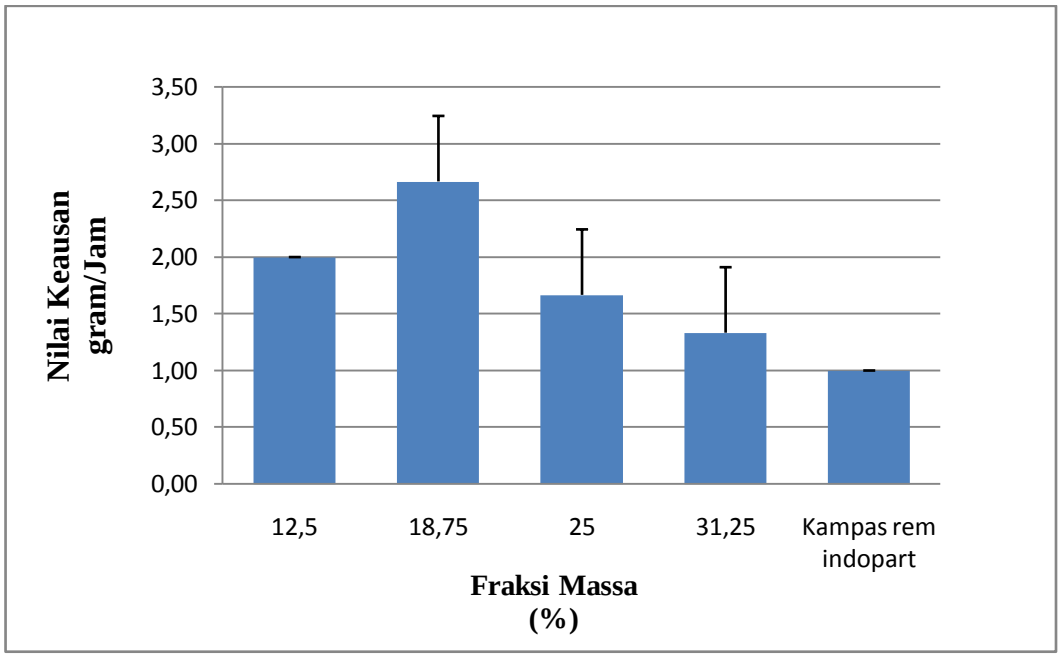
NO	Fraksi Massa	Wo (gram)	W1 (gram)	t (Jam)	Keausan (gram/jam)
1	12,5	4,55	4,53	10	0,002
		4,59	4,57	10	0,002
		4,69	4,67	10	0,002
2	18,75	4,27	4,24	10	0,003
		4,92	4,89	10	0,003
		4,81	4,79	10	0,002
3	25	4,25	4,23	10	0,002
		4,43	4,41	10	0,002
		4,37	4,36	10	0,001
4	31,25	4,62	4,6	10	0,002
		4,49	4,48	10	0,001
		4,44	4,43	10	0,001
5	Kampas rem indopart	3,52	3,51	10	0,001
		4,05	4,04	10	0,001
		3,34	3,33	10	0,001

Dari hasil pengujian keausan seperti pada tabel 4.3 lalu di cari rata-rata keausan masing-masing spesimen uji. Kekerasan rata-rata dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Nilai Keausan Rata-rata

NO	Fraksi Massa	Keausan 1 (mg/jam)	Keausan 2 (mg/jam)	Keausan 3 (mg/jam)	Keausan Rata-rata (mg/jam)
1	12,5	2,00	2,00	2,00	2,00
2	18,75	3,00	3,00	2,00	2,67
3	25	2,00	2,00	1,00	1,67
4	31,25	2,00	1,00	1,00	1,33
5	Kampas rem indopart	1,00	1,00	1,00	1,00

Dari tabel 4.4 dapat dilihat keausan rata-rata masing-masing spesimen uji. Setelah keausan rata-rata diketahui selanjutnya membuat grafik keausan yang dilengkapi dengan standar deviasi yang dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Grafik Keausan dengan Pembanding Kampas Rem Indopart.

Dari grafik diketahui bahwa keausan paling rendah terjadi pada fraksi massa 31,25 % yang memiliki nilai keausan sebesar 1,33 mg/jam. Keausan pada fraksi massa ini rendah karena pada fraksi massa ini memiliki kandungan tempurung kelapa yang tinggi sehingga keausannya semakin rendah. Sedangkan nilai keausan tertinggi terjadi pada fraksi massa 18,75 % dengan nilai kekerasan sebesar 2,67 mg/jam, hal ini dikarenakan pada fraksi massa ini memiliki kandungan tempurung kelapa yang rendah serta campuran tempurung kelapa dan resin yang sesuai. Pada fraksi massa 12,5 % memiliki keausan yang lebih rendah dari fraksi massa 18,75 %, hal ini karena pada fraksi massa 12,5% memiliki kandungan resin yang sangat banyak di bandingkan dengan fraksi massa 18,75 % sehingga menyebabkan keausan pada fraksi massa 12,5% lebih rendah dari 18,75%. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar fraksi massa tempurung kelapa maka semakin rendah keausannya hal ini berbanding terbalik dengan nilai

kekerasan dimana pada kekerasan semakin banyak fraksi massa tempurung kelapa maka semakin tinggi nilai kekerasannya.

Keausan komposit serbuk tempurung kelapa dalam pembuatan kampas rem dengan perbandingan fraksi massa tempurung kelapa dan resin sebesar 12,5% : 62,5%, 18,75% : 56,25%, 25% : 50%, dan 31,25 : 43,75% serta alumunium oxide didapatkan hasil yang mendekati dari kampas rem indopart yaitu pada fraksi massa 31,25% serbuk tempurung kelapa dengan nilai keausan 1,33 mg/jam sedangkan keausan kampas rem indopart yaitu 1,00 mg/jam. Santoso, (2013) juga telah berhasil membuat komposit untuk kampas rem yang memiliki hasil yang hampir sama dengan keausan kampas rem dipasaran yaitu pada fraksi 20% serbuk tempurung kelapa dan 40% alumunium dengan nilai keausan menggunakan ogoshi sebesar 0,087 x 10^{-7} dan keausan kampas rem dipasran sebesar 0,071 x 10^{-7}. Penelitian oleh Santoso didapatkan kesimpulan akhir bahwa semakin besar komposisi serbuk tempurung kelapa maka semakin kecil juga keausannya hal ini sama dengan penelitian dari campuran serbuk kelapa dan alumunium oxide perbedaanya pada komposisi yang digunakan bahwa santoso tidak memvariasi pengikatnya namun memvariasikan penguatnya yaitu tempurung kelapa dan alumunium, sedangkan penelitian ini memvariasikan pengikatnya yaitu resin dan penguatnya yaitu serbuk tempurung kelapa sedangkan alumunium oxidenya dibuat tetap.