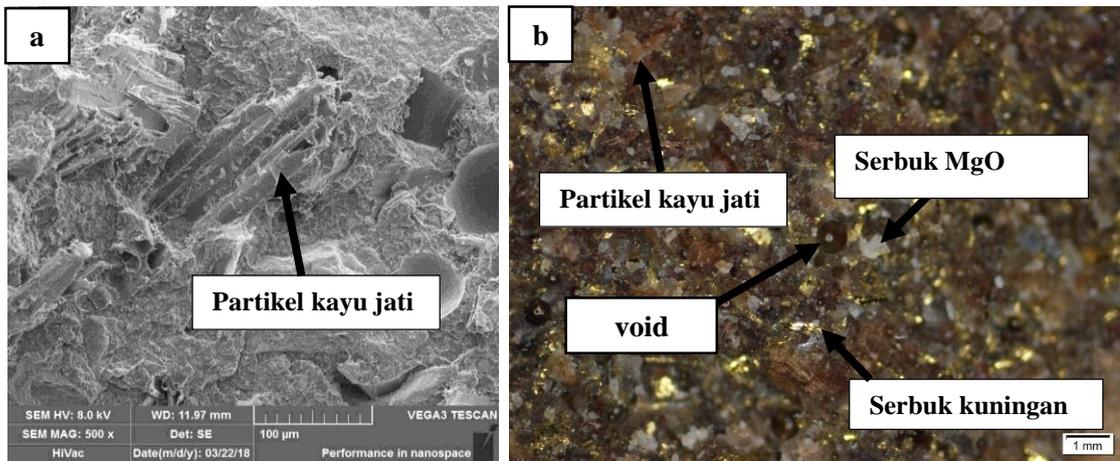


BAB IV

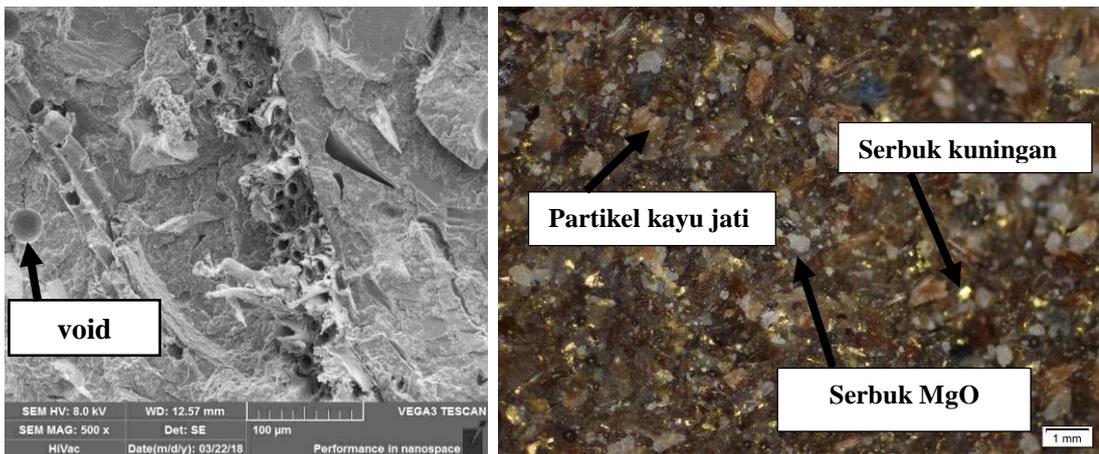
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi patahan menggunakan SEM dan foto makro

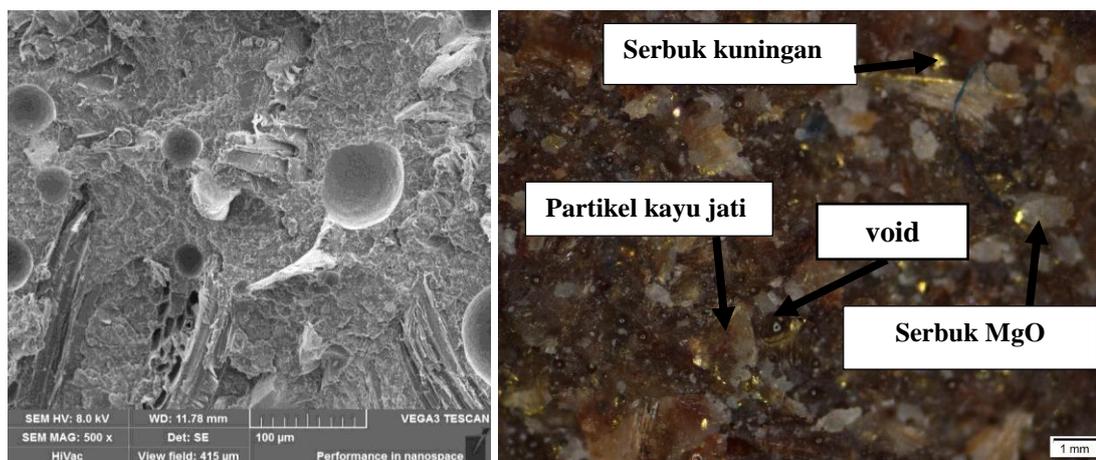
Hasil dari pengujian SEM spesimen A1, A2, dan A3 Dapat dilihat pada gambar 4.1, 4.2, dan 4.3.



Gambar 4.1 (a) Hasil SEM spesimen A1, (b) Foto makro spesimen A1



Gambar 4.2 (a) Hasil SEM spesimen A2, (b) Foto makro spesimen A2

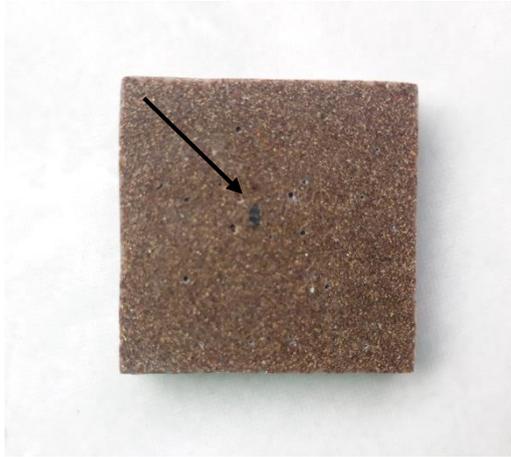


Gambar 4.3 (a) Hasil SEM spesimen A3, (b) Foto makro spesimen A3

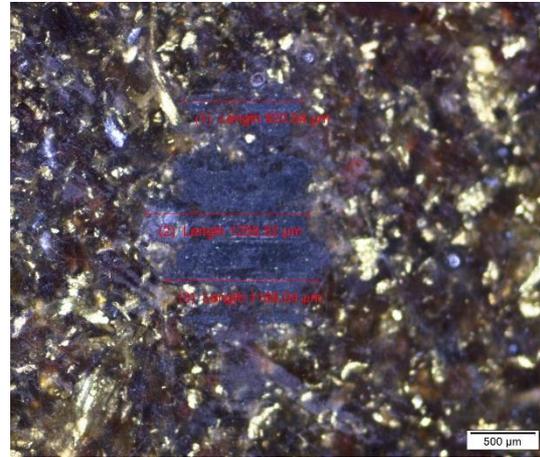
Berdasarkan ketiga hasil dari pengujian SEM dan foto makro pada gambar 4.1, 4.2, 4.3 diketahui struktur patahan spesimen A1 memiliki kerapatan yang cukup baik dan penyebaran *filler* merata, sehingga memberikan kuat tarik yang baik. Ikatan antara matriks dengan *filler* yang terbentuk baik, membuat material serbuk kayu jati/epoxy mampu menahan *filler* ketika mengalami pembebanan tarik. Cacat yang terbentuk berupa *void* akibat dari penekanan yang kurang maksimal pada saat pembuatan spesimen. Pada spesimen A2 penyebaran serbuk partikel kayu jati kurang merata, dapat dilihat pada gambar 4.2, adanya penumpukan serbuk kayu jati pada bagian tengah, sehingga mengakibatkan *fiber pull out* karena kurangnya distribusi matriks pada area tersebut. Sedikitnya *void* yang terbentuk membuat spesimen A2 memiliki sifat mekanik yang lebih baik daripada spesimen A1. Pada spesimen A3 penyebaran *filler* cukup merata, jumlah fraksi volume kayu jati yang dominan membuat spesimen A3 memiliki nilai kuat tarik, regangan, dan modulus elastisitas yang paling baik. Hal ini disebabkan ikatan antara matriks epoxy dan serbuk kayu jati yang terbentuk baik, sehingga mampu menahan pembebanan yang diberikan.

4.2 Hasil uji keausan

Berikut contoh hasil goresan uji keausan :

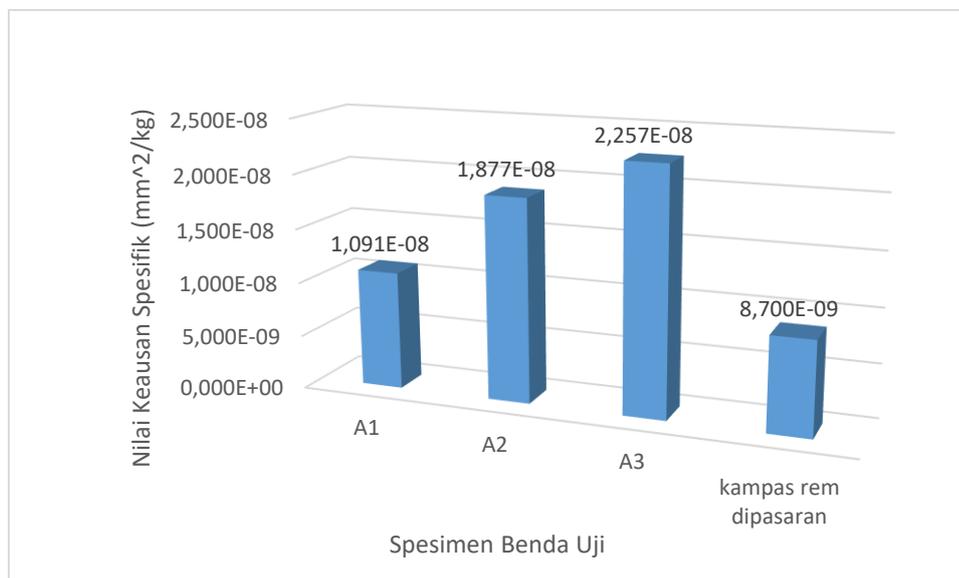


Gambar 4.4 Goresan keausan spesimen uji



Gambar 4.5 Goresan keausan dilihat dengan mikroskop optik

Setelah lebar jarak keausan didapatkan, kemudian dirata-rata. Hasil pengujian dan data perhitungan spesimen uji, dapat dilihat dilampiran. Pada penelitian ini kampas rem sepeda motor yang ada dipasaran digunakan sebagai pembanding dimana sebelumnya sudah dilakukan pengujian keausan oleh (Santoso dkk, 2017) dengan metode yang sama (*Ogoshi*) dan didapatkan nilai keausan spesifik kampas rem yang ada dipasaran yaitu sebesar $8,700 \times 10^{-9} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Hasil nilai dari keausan rata-rata ditunjukkan pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Grafik perbandingan nilai keausan

Hasil pengujian keausan material komposit serbuk kayu jati/epoksi pada gambar 4.6 menunjukkan bahwa, nilai rata-rata laju keausan spesifik material komposit semakin meningkat dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kayu jati. Nilai rata-rata laju keausan spesifik yang paling besar yaitu pada spesimen A3 dengan nilai sebesar $2,257\text{E}-08 \text{ mm}^2/\text{kg}$, dan nilai rata-rata laju keausan spesifik yang terendah yaitu pada spesimen A1 dengan nilai $1,091\text{E}-08 \text{ mm}^2/\text{kg}$. Kampas rem yang ada dipasaran yang sebelumnya telah dilakukan penelitian oleh Santoso dkk, (2013), menunjukkan nilai keausan yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kampas rem komposit serbuk kayu jati/epoxy. Ini terjadi karena panjang lintasan yang ditempuh pada saat pengujian lebih pendek yaitu sebesar 44 m, dengan waktu 30 detik, sehingga jika panjang lintasan yang digunakan sama yaitu sebesar 66 m dengan waktu tempuh 60 detik maka kemungkinan nilai dari kampas rem yang ada dipasaran lebih besar dan berada di antara kampas rem serbuk kayu jati/epoxy. Berdasarkan alasan tersebut, komposit serbuk kayu jati/epoxy bisa dijadikan sebagai bahan alternatif dari kampas rem karena nilai keausan yang mendekati kampas rem pembanding.

4.3 Kekuatan tarik

Setelah dilakukan pengujian tarik didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil pengujian kuat tarik material komposit

Headline	: KUAT TARIK
Customer	: 374/II/18, 375/II/18, 376/II/18
Tester	: L Triyono
Material	: Serbuk Kayu Jati Matriks Epoxy
Test standar	: ASTM D 638

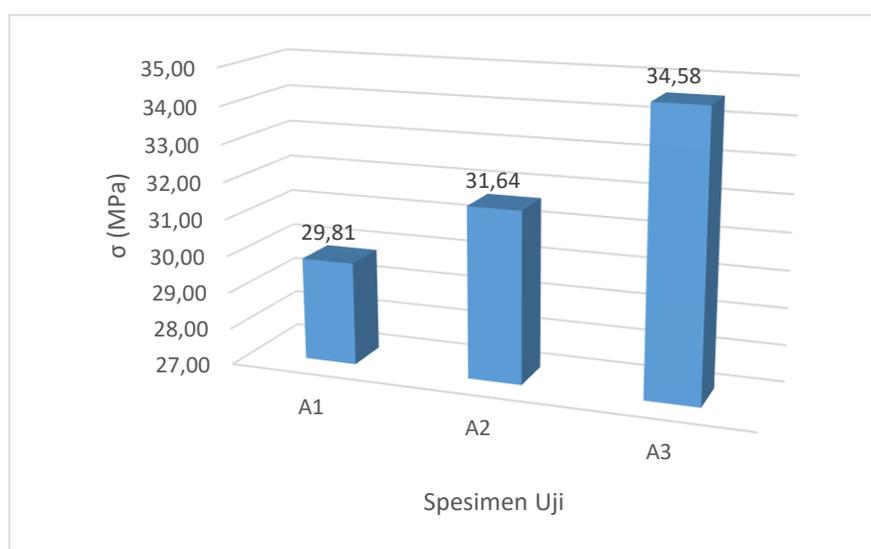
RESULT :

	No	Fmax Lm (Kgf)	Measurement travel end (mm)
A1	1	66,102	3,69
	2	48,674	2,90
	3	81,431	3,99
	4	86,047	4,04
	5	82,445	4,06
A2	No	Fmax Lm (Kgf)	Measurement travel end (mm)
	1	84,238	4,13
	2	83,928	4,05
	3	84,119	3,77
	4	66,655	3,75
A3	No	Fmax Lm (Kgf)	Measurement travel end (mm)
	K1	83,669	4,36
	2	56,690	3,43
	3	43,380	2,75
	4	84,637	4,08
	5	85,574	4,31

Pada data hasil pengujian besar nilai pembebanan yang diberikan masih dalam satuan (Kgf) sehingga perlu diubah terlebih dahulu kedalam (N) yaitu dengan mengalikannya dengan 9,804. Untuk keseluruhan perhitungan dapat dilihat pada lampiran, sehingga besar kuat tarik rata-rata dari masing-masing material komposit serbuk kayu jati dengan matriks *epoxy* ditunjukkan pada Tabel 4.2 dan gambar 4.4 dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Pengujian Kuat Tarik

spesimen	σ (Mpa)			standar deviasi
	Minimum	maximum	rata-rata	
A1	19,89	35,16	29,81	6,36
A2	27,24	34,42	31,64	3,74
A3	34,19	34,97	34,58	0,39

**Gambar 4.7** Grafik kuat tarik material komposit serbuk kayu jati

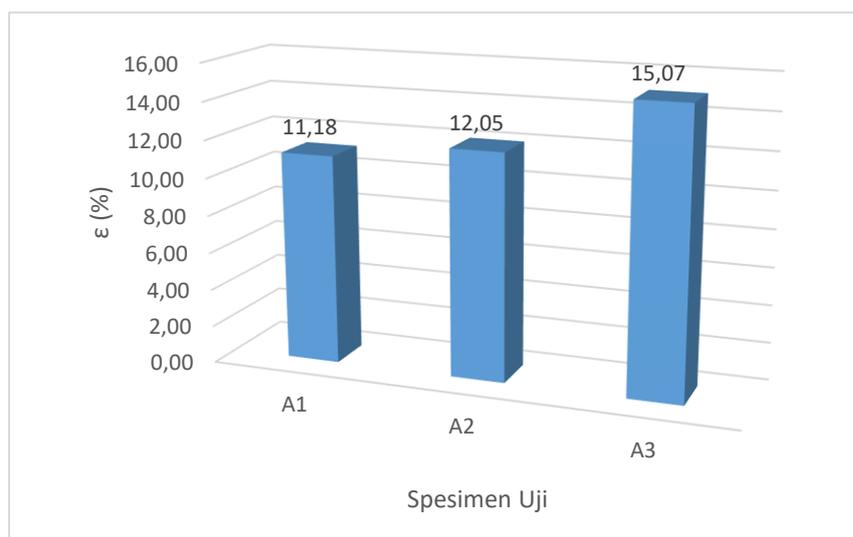
Gambar 4.7 menunjukkan bahwa, penambahan fraksi volume serbuk kayu jati yang diberikan akan meningkatkan sifat mekanik dari material komposit tersebut. Kenaikan kuat tarik ini disebabkan karena penyebaran filler yang cukup merata dan ikatan antara matriks dan filler yang terbentuk baik, sehingga mampu menahan pembebanan tarik yang diberikan. Hasil kuat tarik komposit serbuk kayu jati/epoxy tanpa pengurangan ini lebih besar daripada hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (I Gusti ,2012) dimana sebelumnya serbuk kayu jati yang digunakan dilakukan pengurangan, yang didapatkan kuat tarik maksimal yaitu sebesar 21 MPa. Ini berarti sifat mekanik serbuk kayu jati yang tidak dilakukan pengurangan lebih baik jika digunakan sebagai bahan alternatif lain pengisi dari kanvas rem yang mengandung asbes.

4.4 Regangan Tarik

Besar regangan tarik rata-rata dari masing-masing material komposit serbuk kayu jati dengan matriks *epoxy* ditunjukkan pada tabel 4.3 dan gambar 4.8 dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan Pengujian Regangan Tarik

spesimen	ε (%)			standar deviasi
	Minimum	maximum	rata-rata	
A1	6,09	9,36	8,47	1,38
A2	7,97	10,24	9,13	0,81
A3	6,76	11,85	9,99	2,15



Gambar 4.8 Grafik Besar regangan tarik material komposit serbuk kayu jati

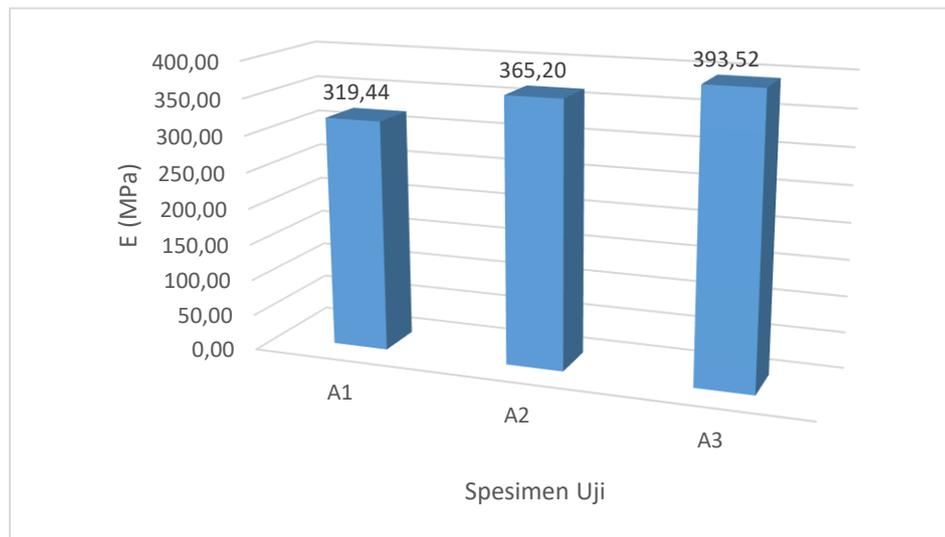
Gambar 4.8 menunjukkan bahwa nilai regangan tarik dari material komposit semakin meningkat seiring dengan penambahan komposisi serbuk kayu jati, ini terjadi karena distribusi *filler* (serbuk kayu jati, serbuk kuningin, dan MgO) lebih merata, sehingga ikatan antara matriks dengan *filler* menjadi lebih kuat. Pada spesimen A1 mempunyai nilai rata-rata regangan tarik sebesar 8,47%, kemudian spesimen A2 mempunyai nilai rata-rata regangan tarik sebesar 9,13%, nilai regangan tarik paling besar yaitu ada pada spesimen A3 dengan nilai regangan tarik sebesar 9,99%.

4.5 Modulus Elastisitas

Besar Modulus elastisitas rata-rata dari masing-masing material komposit serbuk kayu jati dengan matriks *epoxy* dapat dilihat pada tabel 4.4 dan gambar 4.9 dibawah ini:

Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Modulus Elastisitas

spesimen	E (Mpa)			standar deviasi
	Minimum	maximum	rata-rata	
A1	260,42	416,67	319,44	65,65
A2	312,50	416,67	365,20	52,10
A3	312,50	520,83	393,52	111,62

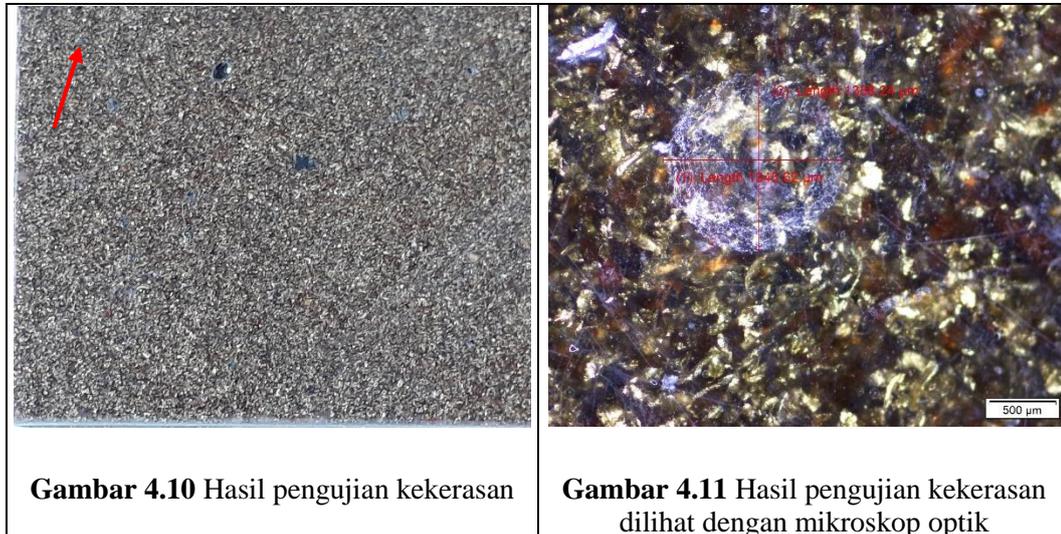


Gambar 4.9 Grafik besar Modulus Elastisitas Material Komposit Serbuk Kayu Jati

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa hasil dari modulus elastisitas material meningkat seiring dengan bertambahnya fraksi volume kayu jati. Hal ini karena penyebaran filler yang merata membuat distribusi matriks menjadi rata ke seluruh filler, selain itu hubungan antara modulus elastisitas dengan kuat tarik yang dijelaskan pada rumus modulus elastisitas pada ASTM D 3039 menyebutkan bahwa kuat tarik dan modulus elastisitas adalah berbanding lurus, jadi jika kuat tarik material komposit meningkat maka modulus elastisitas material komposit juga meningkat. Spesimen A3 memiliki nilai modulus elastisitas tertinggi, sehingga bisa dikatakan bahwa spesimen A3 memiliki kekakuan yang paling besar daripada spesimen A1 dan A2.

4.6 Hasil pengujian kekerasan

Berikut ini merupakan hasil dari pengujian kekerasan :



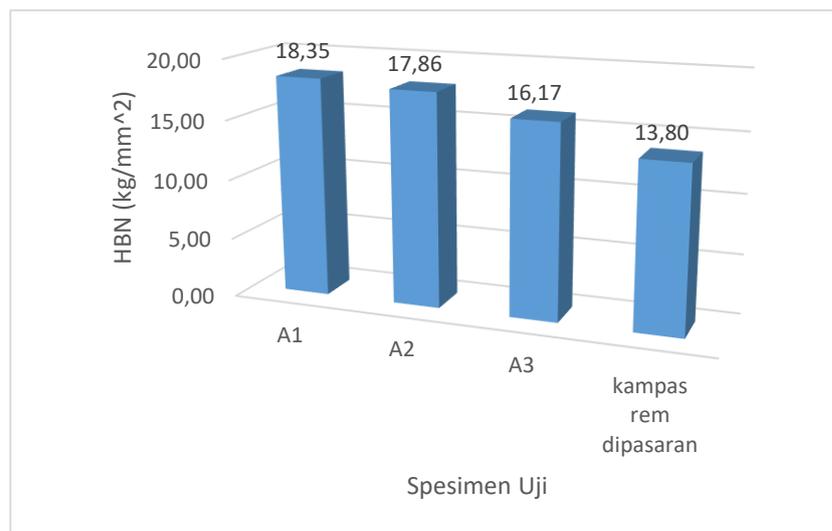
Gambar 4.10 Hasil pengujian kekerasan

Gambar 4.11 Hasil pengujian kekerasan dilihat dengan mikroskop optik

Setelah diameter injakan indenter didapatkan, kemudian dirata-rata. Hasil pengujian dan data perhitungan spesimen uji, dapat dilihat dilampiran. Pada penelitian ini kampas rem sepeda motor yang ada dipasaran digunakan sebagai pembanding dimana sebelumnya sudah dilakukan pengujian kekerasan oleh (Purboputro, 2016) dengan metode *brinell* ASTM E10, didapatkan nilai kekerasan kampas rem yang ada dipasaran sebesar $13,8 \text{ kg/mm}^2$. Perbandingan hasil dari nilai kekerasan rata-rata komposit dengan kampas rem yang ada dipasaran ditunjukkan pada gambar 4.12.

Tabel 4.5 Hasil perhitungan nilai kekerasan

spesimen	HBN	standar deviasi
A1	18,35	0,14
A2	17,86	0,14
A3	16,17	0,35
Kampas rem dipasaran	13,80	



Gambar 4.12 Grafik uji kekerasan

Hasil pengujian kekerasan material komposit seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.12 menunjukkan bahwa nilai kekerasan komposit serbuk kayu jati/epoxy dengan penambahan serbuk logam kuningan dan MgO mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya fraksi volume serbuk kayu jati. Penurunan nilai kekerasan yang terjadi tidak begitu signifikan. Hal ini disebabkan penambahan fraksi volume serbuk kayu jati akan mengurangi fraksi volume serbuk logam kuningan, selain itu sifat serbuk kayu jati yang lebih lunak dibandingkan dengan logam kuningan membuat komposit spesimen A1 lebih keras dibandingkan dengan spesimen A1 dan A2. Kampas rem yang ada dipasaran yang sebelumnya sudah dilakukan penelitian oleh (Purboputro, 2016) menunjukkan nilai kekerasan yang lebih kecil dibandingkan dengan komposit serbuk kayu jati/epoxy. Ini berarti nilai kekerasan kampas rem komposit serbuk kayu jati/epoxy lebih baik daripada kampas rem yang ada dipasaran.