

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian kuat Tarik

Dari hasil pengujian kuat Tarik Pasca Impak kecepatan rendah sesuai dengan ASTM D3039 yang telah dilakukan didapat dua data yaitu energi yang terserap oleh spesimen uji dan spesimen uji tarik untuk material sabut kelapa susunan serat secara anyam dan silang dengan variasi fraksi volume serat 0%, 10%, 20%, 30%, dan 40% menggunakan matrik polyester. Perlakuan alkali (Naoh) yang diberikan pada serat 5% selama 2 jam. Uji impact dihasilkan oleh bola baja yang dijatuhkan dari ketinggian tertentu. Untuk nilai energi impact spesifik didapat dari hasil pembagian antara nilai energi terserap dengan luas penampang spesimen. Energi impact material pada komposit dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

Tabel 4.1. Hasil pengujian impact serat disusun anyam

V_f	Luas (mm)	Energi Impact (J)	Energi Impact Spesifik (J/mm^2)
0%	125	6,7297	0,0538
10%	152.36	6,7293	0,0442
20%	173.94	6,7265	0,0387
30%	154.19	6,7265	0,0436
40%	132.25	6,7267	0,0509

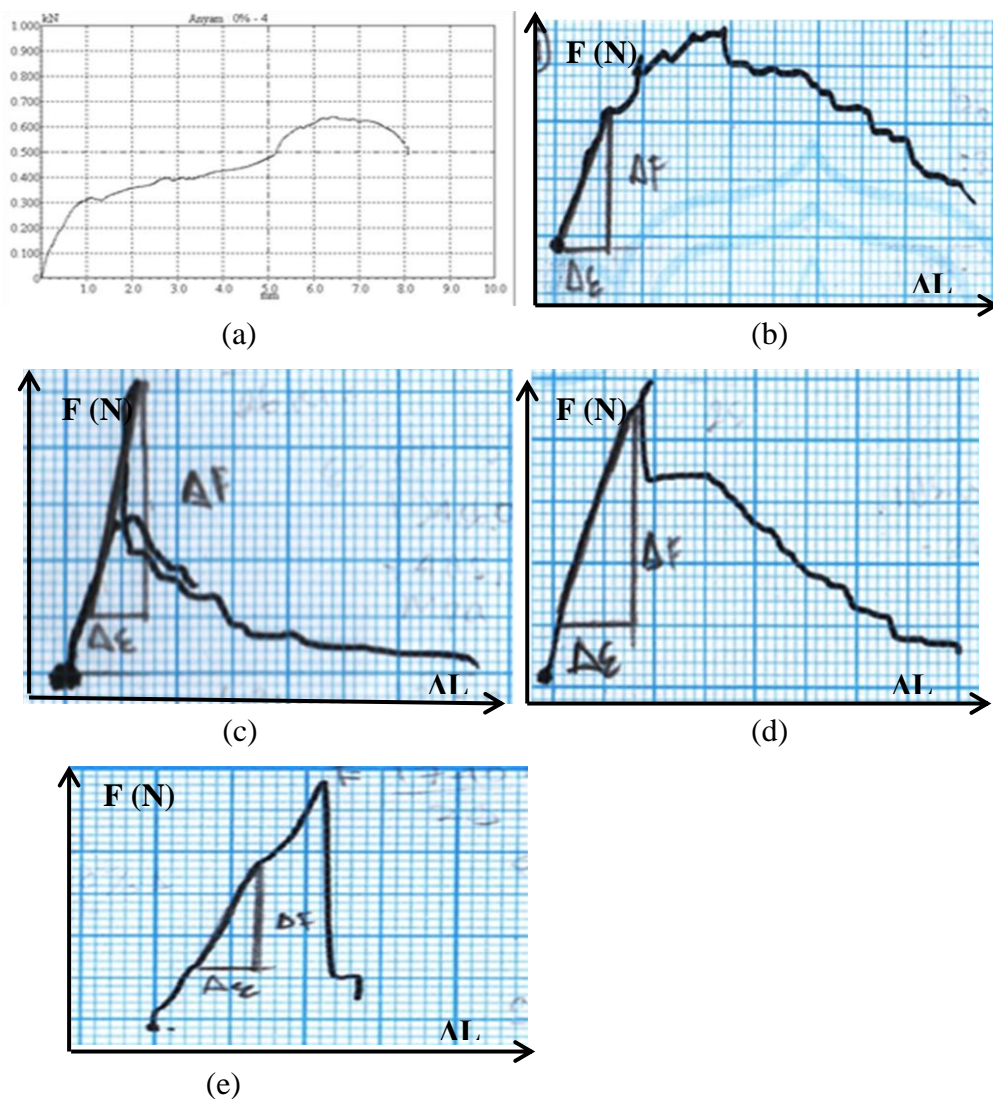
Tabel 4.2. Hasil pengujian impact serat sabut disusun silang

V_f	Luas (mm)	Energi Impack (J)	Energi Impact Spesifik (J/mm^2)
0%	125	6,7297	0,0538
10%	163.58	6,7268	0,0411
20%	168.55	6,7246	0,0399
30%	182.79	6,7225	0,0368
40%	159.53	6,7256	0,0422

4.2. Uji Tarik Serat Sabut Kelapa Paska Impak

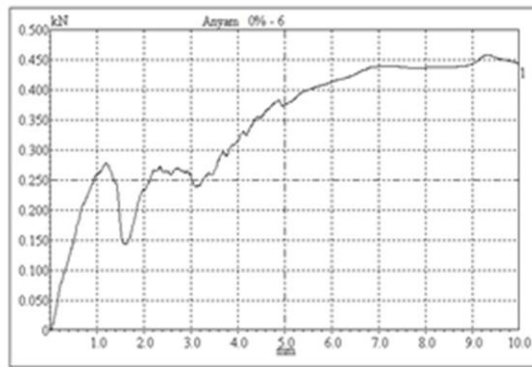
Data yang diperoleh dari hasil uji tarik paska impact komposit serat sabut kelapa dengan matrik poliester dengan menggunakan standart pengujian sesuai dengan ASTM D3039 dan dapat dilihat pada (Tabel 4.3) adalah sebagai berikut.

4.2.1 Gambar Grafik Hasil Uji Tarik Anyam

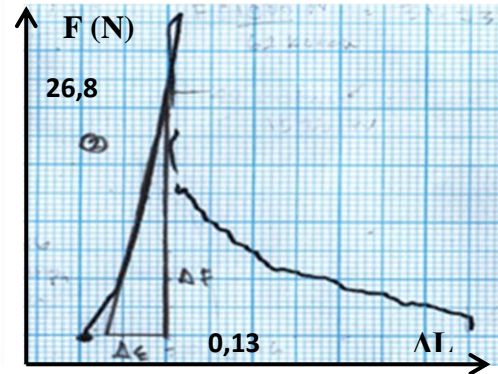


Gambar 4.1. Hasil Grafik Uji Tarik Anyam 0% (a), 10% (b), 20% (c), 30% (d) dan 40% (e).

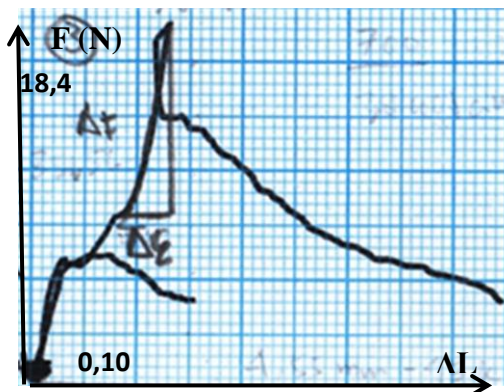
4.2.2 Gambar Grafik Hasil Uji Tarik Silang



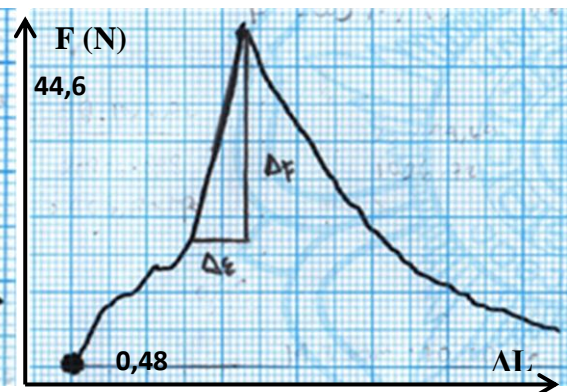
(a)



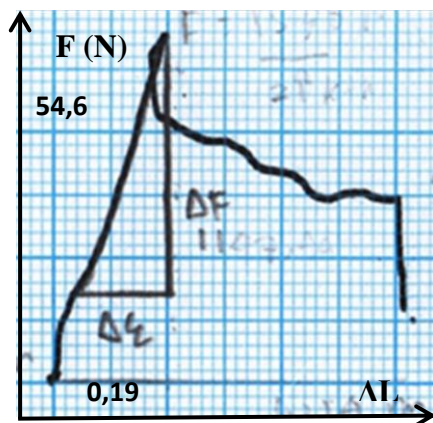
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 4.2. Hasil Grafik Uji Tarik Silang 0% (a), 10% (b), 20% (c), 30% (d) dan 40% (e).

4.2.3 Kekuatan tarik

Dari hasil pengujian tarik di lakukan dua kali pengujian tarik yaitu spesimen yang tidak di impak dan spesimen yang di impak. Nilai kekuatan tarik komposit yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 sampai dengan Tabel 4.8 dan hubungan antara fraksi volume serat serabut kelapa dengan kekuatan tarik pada Gambar 4.3.

Tabel 4.3. Kekuatan tarik tanpa impak serat anyam

Kekuatan Tarik (MPa)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	3,66	5,72	4,69	0,73
10	4,81	7,00	5,95	0,78
20	8,31	8,33	8,32	0,76
30	10,91	11,55	11,23	0,23
40	12,29	13,54	12,92	0,44

Tabel 4.4. Kekuatan tarik pasca impak serat anyam

Kekuatan Tarik (MPa)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	2,27	5,14	3,70	1,01
10	4,15	4,35	4,25	0,07
20	5,99	7,16	6,57	0,41
30	7,85	8,00	7,93	0,05
40	11,36	12,21	11,78	0,30

Tabel 4.5. Perbandingan tanpa impak dan pasca impak serat anyam

Kekuatan Tarik (MPa)				
V_f	Tanpa Impak	Paska Impak	Penurunan	(%)
0	4,69	3,7	0,99	21,1
10	5,59	4,25	1,34	24,0
20	8,32	6,57	1,75	21,0
30	11,23	7,93	3,3	29,4
40	12,59	11,78	0,81	6,4

Tabel 4.6. Kekuatan tarik tanpa impact serat silang

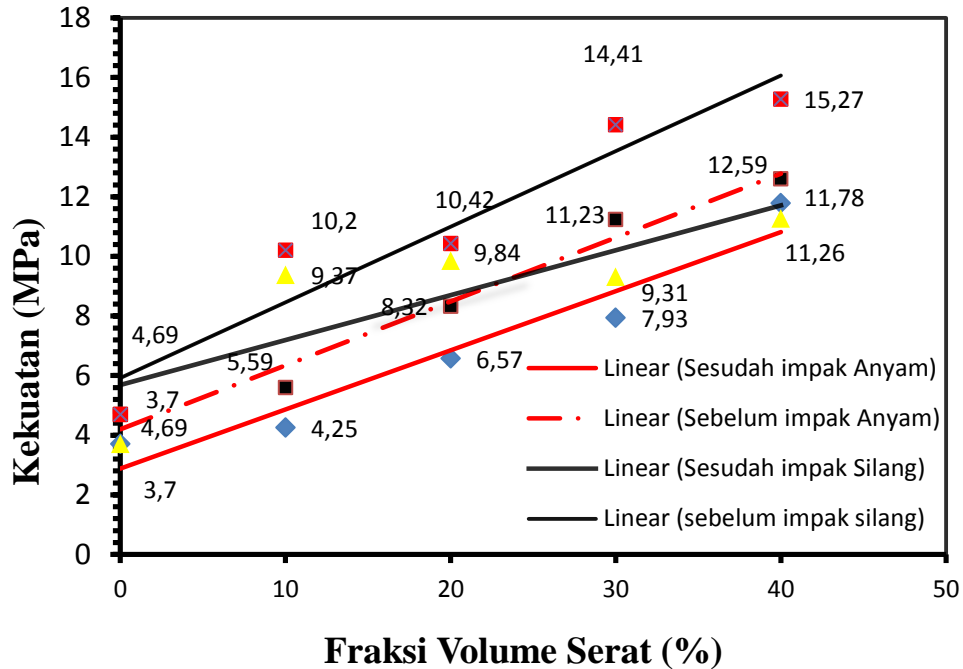
Kekuatan Tarik (MPa)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	3,66	5,72	4,69	0,73
10	9,22	10,83	10,02	0,57
20	8,46	12,39	10,42	1,39
30	8,22	13,38	10,8	1,80
40	14,71	15,83	15,27	0,40

Tabel 4.7. Kekuatan tarik pasca impact serat silang

Kekuatan Tarik (MPa)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	2,27	5,14	3,70	1,01
10	8,52	10,23	9,37	0,61
20	9,80	9,88	9,84	0,03
30	8,19	13,38	10,78	1,83
40	9,62	12,90	11,26	1,16

Tabel 4.8. Perbandingan tanpa impact dan pasca impact serat anyam

Kekuatan Tarik (MPa)				
V_f	Tanpa Impact	Pasca Impact	Penurunan	(%)
0	4,69	3,7	0,99	21,1
10	10,2	9,37	0,83	8,1
20	10,42	9,84	0,58	5,6
30	14,41	9,31	5,1	35,4
40	15,27	11,26	4,01	26,3



Gambar 4.3. Hubungan Fraksi Volume Serat(%)- Tegangan Tarik

Dari gambar 4.1. dapat diketahui bahwa kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa anyam kuat tarik paska impak menunjukkan bahwa kekuatan tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 3,70 MPa, $V_f = 10\%$ sebesar 4,25 MPa, $V_f = 20\%$ sebesar 6,57 MPa, pada $V_f = 30\%$ sebesar 7,93 MPa, dan $V_f = 40\%$ sebesar 11,78 MPa. Nilai kekuatan tertinggi terletak pada $V_f = 40\%$ dan terendah pada $V_f = 10\%$.

Diketahui bahwa kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa anyam dengan perlakuan tanpa impak menunjukkan bahwa kekuatan tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 4,69 MPa, $V_f = 10\%$ sebesar 5,95 MPa, $V_f = 20\%$ sebesar 8,32 MPa, pada $V_f = 30\%$ sebesar 11,23 MPa, dan $V_f = 40\%$ sebesar 12,59 MPa. Nilai kekuatan tertinggi terletak pada $V_f = 40\%$ dan terendah pada $V_f = 0\%$.

Diketahui bahwa kekuatan tarik komposit serat sabut kelapa silang kuat tarik pasca impak menunjukkan bahwa kekuatan tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 3,70 MPa, $V_f = 10\%$ sebesar 9,37 MPa, $V_f = 20\%$ sebesar 9,84 MPa,

pada $V_f = 30\%$ sebesar 10,78 MPa, dan $V_f = 40\%$ sebesar 11,26 MPa. Nilai kekuatan tertinggi terletak pada $V_f = 40\%$ dan terendah pada $V_f = 0\%$.

Diketahui bahwa kekuatan tarik komposit sabut kelapa silang dengan perlakuan tanpa impak menunjukkan kekuatan tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 4,69 MPa, $V_f = 10\%$ sebesar 10,2 MPa, $V_f = 20\%$ sebesar 10,42 MPa, pada $V_f = 30\%$ sebesar 10,8 MPa, dan $V_f = 40\%$ sebesar 15,27 MPa. Nilai kekuatan tertinggi terletak pada $V_f = 40\%$ dan terendah pada $V_f = 0\%$.

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa komposit orientasi anyam untuk kuat tarik pasca impak mempunyai harga kekuatan tarik tertinggi dibandingkan dengan orientasi silang. Komposit anyam pada $V_f = 40\%$ sebesar 11,78 MPa untuk komposit orientasi silang pada $V_f = 40\%$ sebesar 11,26 MPa. Penurunan tegangan tarik setelah dilakukan impak pada komposit anyam paling tinggi pada $V_f = 30\%$ yaitu sebesar 29,4%, penurunan tegangan tarik setelah dilakukan impak pada komposit silang paling tinggi pada $V_f = 30\%$ yaitu sebesar 35,4%,

4.2.4 Regangan Tarik

Dari pengujian dan perhitungan regangan tarik dapat diketahui nilai regangan tarik yang ditunjukkan pada pada Tabel 4.9 sampai dengan Tabel 4.14 grafik regangan pada gambar 4.4.

Tabel 4.9. Regangan tarik tanpa impak serat anyam

Regangan Tarik (mm/mm)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	0,0398	0,1136	0,0767	0,0261
10	0,0624	0,1427	0,0921	0,0312
20	0,0717	0,1149	0,0933	0,0153
30	0,0606	0,1148	0,0877	0,0192
40	0,0463	0,1041	0,0752	0,0204

Tabel 4.10. Regangan tarik pasca impact serat anyam

Regangan Tarik (mm/mm)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	0,0317	0,0909	0,061	0,0209
10	0,0908	0,1108	0,1008	0,0071
20	0,0449	0,1280	0,0864	0,0294
30	0,0719	0,0734	0,0727	0,0005
40	0,0719	0,0764	0,0741	0,0016

Tabel 4.11. Perbandingan tanpa impact dan pasca impact serat anyam

Regangan Tarik (mm/mm)				
V_f	Tanpa Impact	Pasca Impact	Penurunan	(%)
0	0,0767	0,061	0,0157	20,5
10	0,0921	0,1008	-0,0087	-9,4
20	0,0933	0,0864	0,0069	7,4
30	0,0877	0,0734	0,0143	16,3
40	0,0752	0,0741	0,0011	1,5

Tabel 4.12. Regangan tarik tanpa impact serat silang

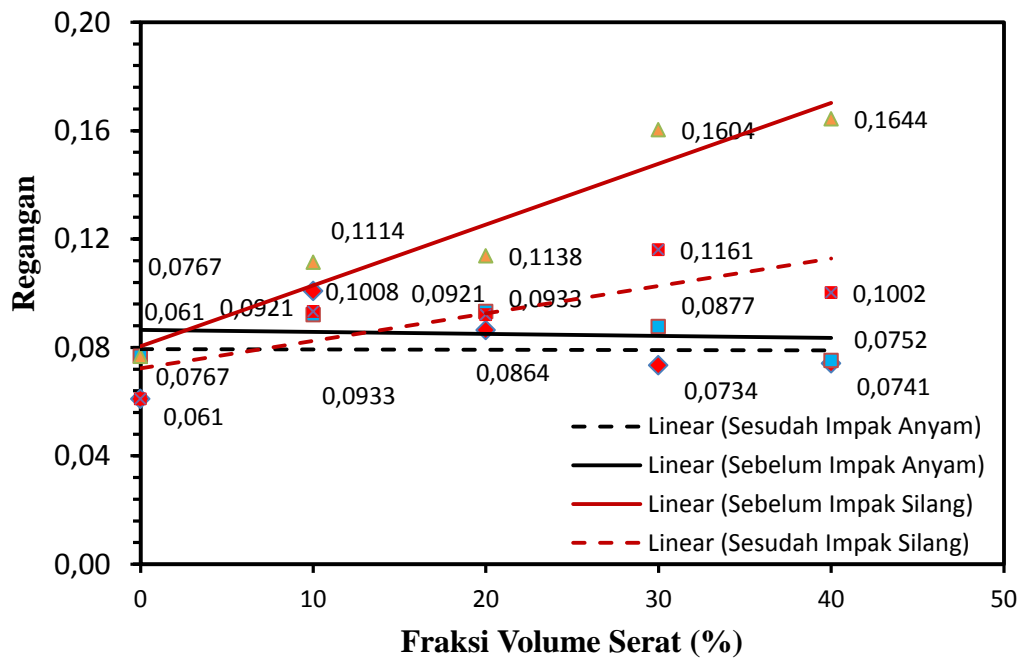
Regangan Tarik (mm/mm)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	0,0398	0,1136	0,0767	0,0261
10	0,0609	0,1114	0,0809	0,0190
20	0,1114	0,1161	0,1138	0,0017
30	0,0697	0,1625	0,1161	0,0328
40	0,0789	0,2499	0,1644	0,0605

Tabel 4.13. Regangan tarik pasca impact serat silang

Regangan Tarik (mm/mm)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	0,0317	0,0909	0,061	0,0209
10	0,0660	0,1206	0,0933	0,0193
20	0,0517	0,1549	0,0921	0,0206
30	0,0697	0,1625	0,1161	0,0328
40	0,0698	0,1307	0,1002	0,0215

Tabel 4.14. Perbandingan tanpa impact dan pasca impact serat silang

Regangan Tarik (mm/mm)				
V_f	Tanpa Impact	Pasca Impact	Penurunan	(%)
0	0,0767	0,061	0,0157	20,5
10	0,1114	0,0933	0,0181	16,2
20	0,1138	0,0921	0,0217	19,1
30	0,1604	0,1161	0,0443	27,6
40	0,1644	0,1002	0,0642	39,1

**Gambar 4.4.** Hubungan Fraksi Volume serat (%) - Regangan Tarik Patah

Dari gambar 4.2. dapat diketahui bahwa regangan tarik komposit sabut kelapa orientasi anyam tanpa perlakuan impact menunjukkan regangan tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 0,0767 mm/mm, $V_f = 10\%$ sebesar 0,0921 mm/mm, $V_f = 20\%$ sebesar 0,0933 mm/mm, pada $V_f = 30\%$ sebesar 0,0877 mm/mm, dan $V_f = 40\%$ sebesar 0,0752 mm/mm. Nilai kekuatan tertinggi terletak pada $V_f = 20\%$ dan terendah pada $V_f = 0\%$.

Diketahui bahwa regangan tarik komposit sabut kelapa orientasi anyam kuat tarik pasca impact menunjukkan regangan tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$

sebesar 0,061 mm/mm, $V_f = 10\%$ sebesar 0,01008 mm/mm, $V_f = 20\%$ sebesar 0,0864 mm/mm, pada $V_f = 30\%$ sebesar 0,0727 mm/mm, dan $V_f = 40\%$ sebesar 0,0741 mm/mm. Nilai kekuatan tertinggi terletak pada $V_f = 20\%$ dan terendah pada $V_f = 0\%$.

Diketahui bahwa regangan tarik komposit ssabut kelapa orientasi silang dengan perlakuan tanpa dampak menunjukkan regangan tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 0,0767 mm/mm, $V_f = 10\%$ sebesar 0,0809 mm/mm, $V_f = 20\%$ sebesar 0,1138 mm/mm, pada $V_f = 30\%$ sebesar 0,1161 mm/mm, dan $V_f = 40\%$ sebesar 0,1644 mm/mm. Nilai kekuatan tertinggi terletak pada $V_f = 40\%$ dan terendah pada $V_f = 0\%$.

Diketahui bahwa regangan tarik komposit sabut kelapa orientasi silang kuat tarik pasca dampak menunjukkan regangan tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 0,061 mm/mm, $V_f = 10\%$ sebesar 0,0933 mm/mm, $V_f = 20\%$ sebesar 0,0921 mm/mm, pada $V_f = 30\%$ sebesar 0,1161 mm/mm, dan $V_f = 40\%$ sebesar 0,1002 mm/mm. Nilai kekuatan tertinggi terletak pada $V_f = 30\%$ dan terendah pada $V_f = 0\%$.

Dari grafik gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa nilai untuk regangan tarik pasca dampak komposit sabut kelapa orientasi anyam lebih rendah dibandingkan orientasi silang hal ini terlihat dari nilai regangan tertinggi komposit orientasi silang pada $V_f = 30\%$ yaitu sebesar 0,1161 mm/mm, dan terendah pada $V_f = 0\%$ sebesar 0,061 mm/mm. Berbeda dengan nilai regangan komposit orientasi anyam tertinggi pada $V_f = 10\%$ yaitu sebesar 0,1008 mm/mm dan terendah pada $V_f = 0\%$ sebesar 0,061 mm/mm.

4.2.5. Modulus Elastisitas

Dari hasil pengujian dan perhitungan diperoleh nilai rata-rata modulus elastisitas tarik komposit serat serabut kelapa anyam dan silang seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.14 sampai dengan Tabel 4.14 serta grafik hubungan antara modulus elastisitas dengan fraksi volume pada Gambar 4.5

Tabel 4.15. Modulus elastisitas tanpa impact serat anyam

Modulus Elastisitas Tarik (GPa)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	0,249	0,549	0,398	0,107
10	0,155	0,396	0,2845	0,017
20	0,371	0,486	0,4284	0,040
30	0,510	0,707	0,6084	0,070
40	0,253	0,864	0,558	0,233

Tabel 4.16. Modulus elastisitas tarik pasca impact serat anyam

Modulus Elastisitas Tarik (GPa)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	0,251	0,391	0,321	0,049
10	0,288	0,396	0,342	0,038
20	0,229	0,440	0,335	0,074
30	0,265	0,398	0,332	0,001
40	0,233	0,368	0,301	0,047

Tabel 4.17. Perbandingan tanpa impact dan pasca impact serat anyam

Modulus Elastisitas (GPa)				
V_f	Tanpa Impact	Paska Impact	Penurunan	(%)
0	0,398	0,321	0,077	19,3
10	0,2885	0,342	-0,0535	-18,5
20	0,4284	0,335	0,0934	21,8
30	0,6084	0,332	0,2764	45,4
40	0,558	0,301	0,257	46,1

Tabel 4.18. Modulus elastisitas tanpa impact serat silang

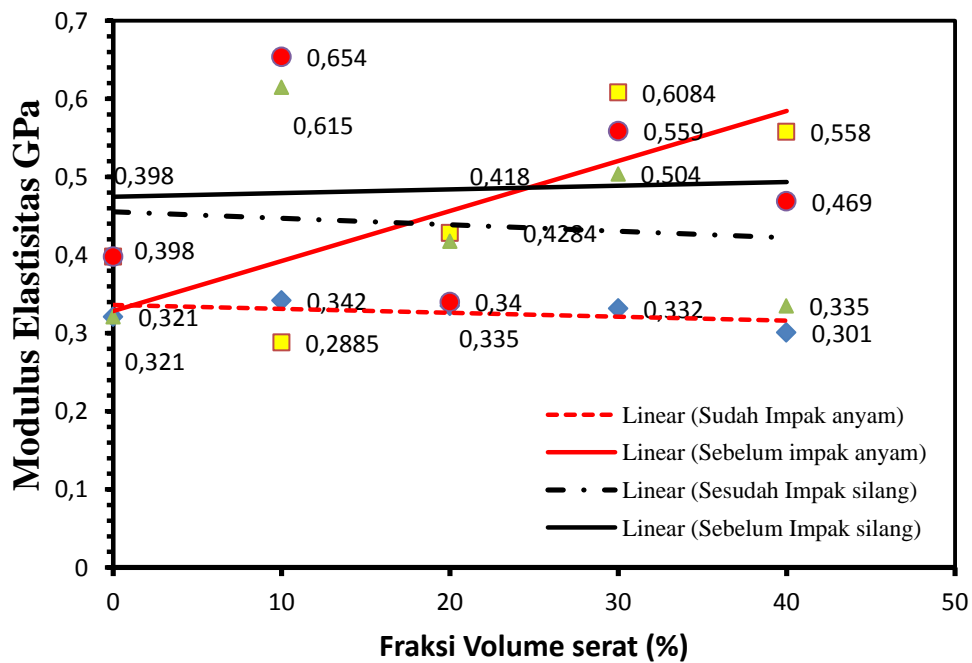
Modulus Elastisitas Tarik (GPa)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	0,246	0,549	0,398	0,107
10	0,764	1,034	0,654	0,031
20	0,268	0,411	0,340	0,051
30	0,215	0,904	0,559	0,244
40	0,217	0,721	0,469	0,189

Tabel 4.19. Modulus elastisitas pasca impact serat silang

Modulus Elastisitas Tarik (GPa)				
V_f	Minimal	Maksimal	Rata-rata	SD
0	0,251	0,391	0,31	0,049
10	0,585	0,645	0,615	0,021
20	0,279	0,513	0,418	0,087
30	0,301	0,707	0,504	0,012
40	0,342	0,368	0,335	0,014

Tabel 4.20. Perbandingan tanpa impact dan pasca impact serat silang

Modulus Elastisitas (GPa)				
V_f	Tanpa Impact	Paska Impact	Penurunan	(%)
0	0,398	0,321	0,077	19,3
10	0,654	0,615	0,039	6,0
20	0,34	0,418	-0,078	-22,9
30	0,559	0,504	0,055	9,8
40	0,469	0,335	0,134	28,6

**Gambar 4.5.** Hubungan modulus elastisitas- fraksi volume serat (%)

Pada grafik di atas dapat diketahui komposit komposit sabut kelapa orientasi anyam tanpa perlakuan impact menunjukkan modulus elastisitas tarik

rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 0,398 GPa, $V_f = 10\%$ sebesar 0,2885 GPa, $V_f = 20\%$ sebesar 0,4284 GPa, pada $V_f = 30\%$ sebesar 0,6084 GPa, dan $V_f = 40\%$ sebesar 0,558 GPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi terletak pada $V_f = 30\%$ dan terendah pada $V_f = 10\%$.

Diketahui komposit komposit orientasi anyam kuat tarik pasca impact menunjukkan modulus elastisitas tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 0,321 GPa, $V_f = 10\%$ sebesar 0,342 GPa, $V_f = 20\%$ sebesar 0,335 GPa, pada $V_f = 30\%$ sebesar 0,332 GPa, dan $V_f = 40\%$ sebesar 0,274 GPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi terletak pada $V_f = 10\%$ dan terendah pada $V_f = 40\%$.

Diketahui komposit komposit orientasi silang tanpa impact menunjukkan modulus elastisitas tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 0,398 GPa, $V_f = 10\%$ sebesar 0,654 GPa, $V_f = 20\%$ sebesar 0,34 GPa, pada $V_f = 30\%$ sebesar 0,559 GPa, dan $V_f = 40\%$ sebesar 0,469 GPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi terletak pada $V_f = 10\%$ dan terendah pada $V_f = 20\%$.

Diketahui komposit komposit sabut kelapa orientasi silang kuat tarik pasca impact menunjukkan modulus elastisitas tarik rata-rata pada variasi $V_f = 0\%$ sebesar 0,321 GPa, $V_f = 10\%$ sebesar 0,615 GPa, $V_f = 20\%$ sebesar 0,418 GPa, pada $V_f = 30\%$ sebesar 0,504 GPa, dan $V_f = 40\%$ sebesar 0,335 GPa. Nilai modulus elastisitas tertinggi terletak pada $V_f = 10\%$ dan terendah pada $V_f = 0\%$.

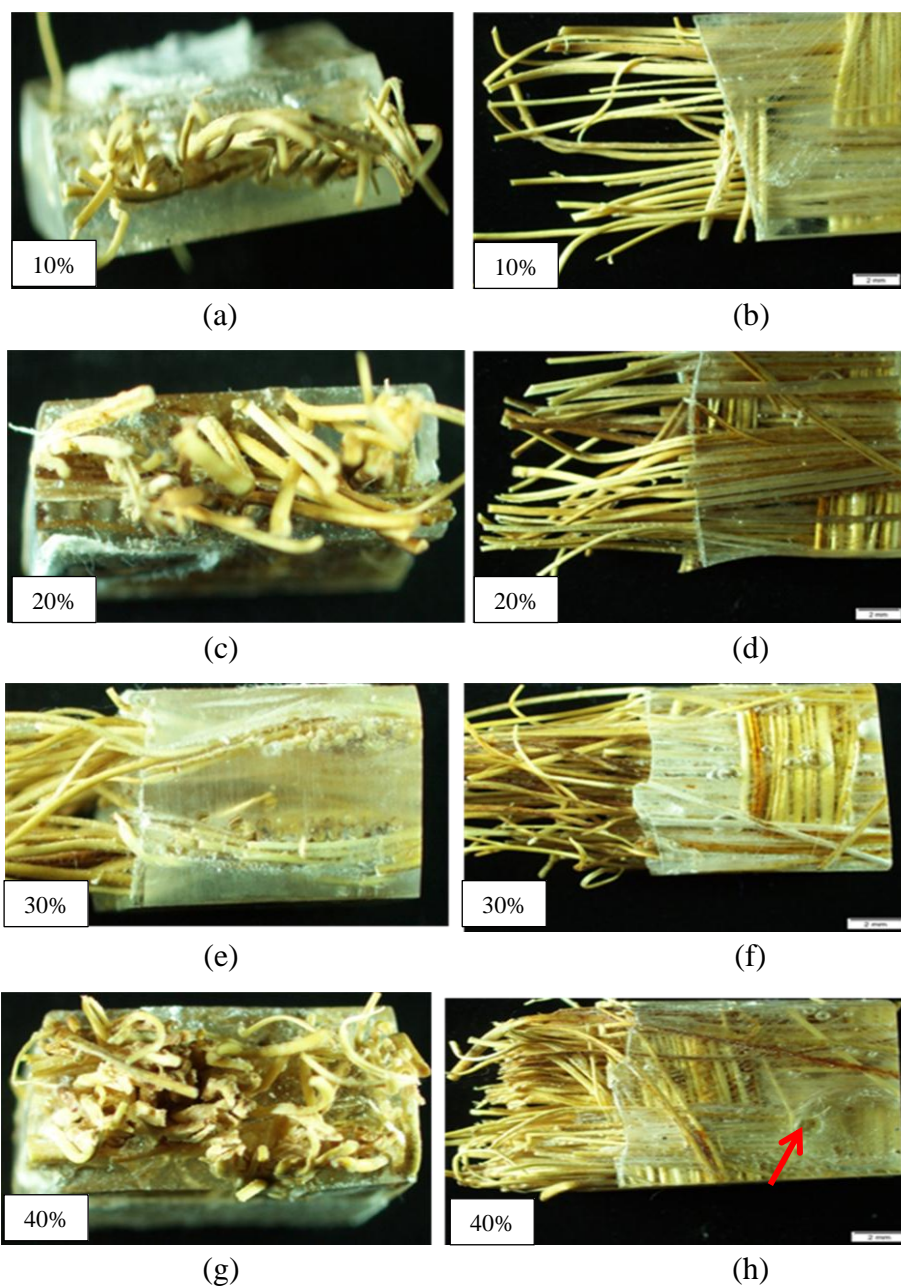
Dari grafik gambar 4.3. perbandingan dapat disimpulkan bahwa untuk kuat tarik pasca impact komposit orientasi silang dan orientasi anyam. Nilai modulus elastisitas orientasi silang tertinggi pada $V_f = 10\%$ sebesar 0,615 GPa, dan terendah $V_f = 0\%$ sebesar 0,321 GPa. Nilai modulus elastisitas orientasi anyam tertinggi pada $V_f = 10\%$ sebesar 0,342 GPa, dan terendah $V_f = 40\%$ sebesar 0,274 GPa,

4.3. Moda Patah

Distribusi serat material komposit dapat dilihat dengan menggunakan foto makro seperti pada gambar di bawah ini.

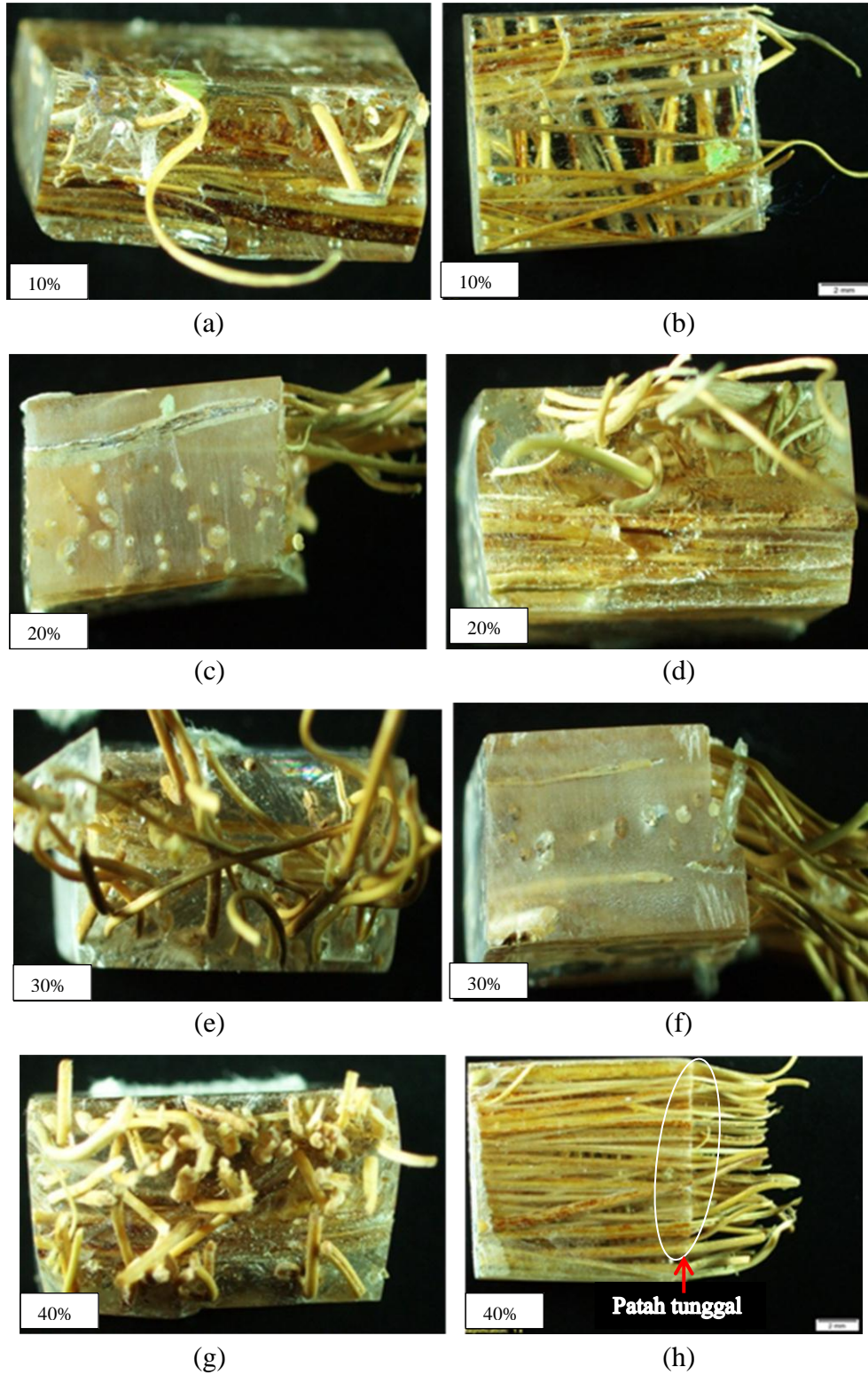
4.3.1. Serat Anyam

Dari hasil foto makro Gambar 4.6 bisa dijelaskan bahwa serat mengalami *fiber pullout* akibat serat sabut kelapa tidak dapat mengikat matrik dengan baik, serat terdistribusi secara merata hal ini dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Pada setiap fraksi masih ada void pada spesimen dan sisa debu NaOH yang disebabkan pencucian serat yang tidak bersih menyebabkan fiber dan matrik tidak dapat mengikat secara optimal.



Gambar 4.6. Hasil foto makro material komposit serat sabut kelapa anyam fraksi volume 10% (a) dan (b), 20% (c) dan (d), 30% (e) dan (f), 40% (g) dan (h).

4.3.2. Serat Silang



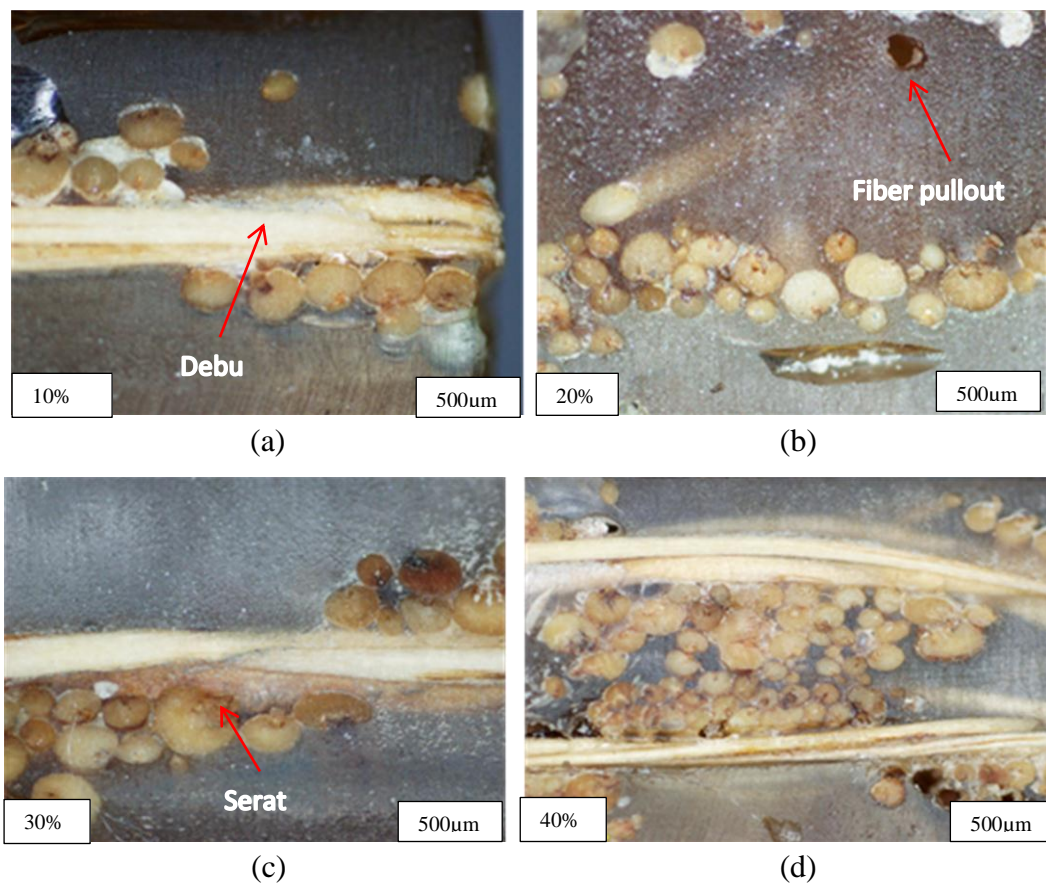
Gambar 4.7. Hasil foto makro material komposit serat sabut kelapa silang fraksi volume 10% (a) dan (b), 20% (c) dan (d), 30% (e) dan (f), 40% (g) dan (h).

Dari hasil foto makro material komposit sabut kelapa silang di atas bisa dilihat bahwa serat belum terdistribusikan secara merata, hal ini bisa di lihat pada beberapa serat yang masih mengumpul di beberapa bagian. Serat mengalami patah tunggal disebabkan ada sisa NaOH yang menempel pada serat menyebabkan fiber dan matrik tidak dapat mengikat secara optimal.

4.4. Hasil Struktur Mikro Material Komposit

Distribusi serat material komposit dapat dilihat dengan menggunakan foto makro seperti pada gambar di bawah ini.

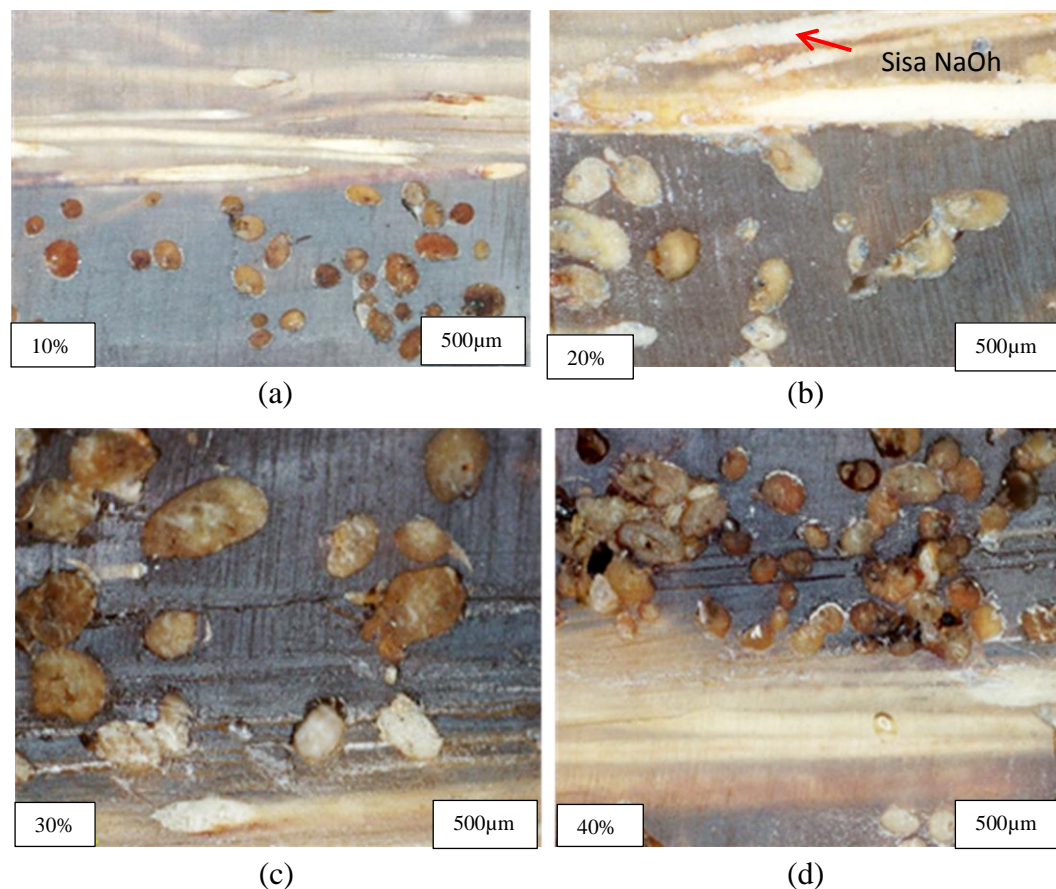
4.4.1. Struktur Mikro Material Komposit Serat Anyam



Gambar 4.8. Struktur foto mikro material komposit serat sabut kelapa anyam fraksi volume 10% (a), 20% (b), 30% (c), 40% (d).

Dari hasil foto mikro material komposit serat sabut kelapa anyam di atas bisa dilihat bahwa pada beberapa spesimen uji masih ada beberapa void. Warna putih pada serat sisa NaOH menempel pada serat disebabkan pencucian kurang bersih pada serat menyebabkan fiber dan matrik tidak dapat mengikat secara optimal. Pendistribusian serat cukup merata pada fraksi volume 20%, 30%, dan 40%.

4.4.2. Struktur Mikro Material Komposit Serat Silang



Gambar 4.9. Struktur foto mikro material komposit serat sabut kelapa silang fraksi volume 10% (a), 20% (b), 30% (c), 40% (d).

Dari hasil foto mikro material komposit sabut kelapa silang di atas bisa dilihat bahwa serat belum terdistribusi secara merata, hal ini bisa dilihat pada setiap fraksi volume pada serat. Sedangkan pada fraksi volume 40% serat ada yang tercabut pada matrik. Warna putih pada serat sisa NaOH menempel pada serat disebabkan pencucian kurang bersih pada serat menyebabkan fiber dan matrik tidak dapat mengikat secara optimal.