



Pembuatan komposit dari serat tandan kosong kelapa sawit dengan matrik polipropilen serta penambahan grafting agent PP-g-MA

Elvi Kustiyah^{1*}, Indrako Wicaksono¹, Laras Andria Wardani¹, Sophia Shanti Meilani², Haudi Hasaya²

¹Teknik Kimia, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi, Indonesia

²Teknik Lingkungan, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi, Indonesia

Article history

Diterima:

17 Desember 2021

Diperbaiki:

18 Februari 2022

Disetujui:

21 Februari 2022

Keyword

Composite empty fruit bunches; tensile strengt;, polypropylene; SEM.

ABSTRACT

Indonesia is one of the largest producers of palm oil in the world, and possibly one of the largest generators of empty palm bunch wastes. Researchers have studied these wastes to be utilized as a fuel alternative, additives to concrete, fertilizers, and other uses. However, the amount of empty palm bunch wastes seemed to stay in a high number. Another use of empty bunch conducted in this research was as fillers on polymer composites due to its high content of cellulose. The aim of this research is to obtain a new source of material based on natural palm oil waste as a substitute natural minerals that is limited at nature. The method used was incorporating empty bunch with hot melt mixing, using two roll mills and adding pp-g-ma as a compatibilizer agent. After composites were formed, characterizations were conducted by analyzing micro-structures using Scanning Electron Microscope (SEM) and testing the mechanical properties with tensile strength and elongation. Results of this study showed that the sizes of fibers of the palm bunch greatly affected the results of characterizations. Effects were also shown with effectivity of compatibilizer concentrations and mixing methods



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

* Penulis korespondensi

Email : Elvikustiyah@gmail.com

DOI 10.21107/agrointek.v16i3.13005

PENDAHULUAN

Masalah kritis yang dihadapi sektor kelapa sawit adalah pembuangan limbah padat seperti Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan pelepah sawit yang tepat (Ngadi and Lani, 2014) (Ong *et al.*, 2020; Uemura *et al.*, 2013). Berdasarkan data BPS tahun 2020, Indonesia mempunyai lahan kebun kelapa sawit sebesar 8,9 juta hektar yang terdapat di 22 propinsi dengan jumlah produksi kelapa sawit sejumlah 44.8 juta ton per tahun. TKKS adalah limbah padat dengan dengan jumlah prosentase sebanyak 25-26% dari total produksi kelapa sawit. (Herawan dan Rivani dalam Sumarlin *et al.*, 2019).

Dikarenakan unsur hara N,P dan K pada TKKS cukup tinggi sehingga saat ini pemanfaatan sebagai kompos cukup besar yaitu sekitar 10% dan sebagian juga dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk boiler dan sisanya masih menjadi limbah yang tidak terurus (Idris *et al.*, 2018).

TKKS merupakan limbah padat kelapa sawit yang memiliki berat kurang lebih 3,5 kg/tandan kosong, memiliki ketebalan hingga 130 mm, lebar 300 mm dan panjang 300 mm. Komponen utama TKKS ialah selulosa dan lignin, sehingga limbah ini disebut sebagai limbah lignoselulosa (komponen utama tumbuhan) Selulosa merupakan senyawa karbon yang memiliki 1000 lebih unit glukosa yang terikat oleh ikatan beta 1,4 glikosida dan mampu terdekomposisi oleh berbagai organisme selulolitik menjadi senyawa C sederhana. Sedangkan lignin merupakan komponen limbah TKKS yang relatif sulit didegradasi. Senyawa ini merupakan polimer struktural yang berasosiasi dengan selulosa dan hemiselulosa. (Salmina, 2017) Kandungan dari Tandan Kosong Kelapa Sawit terdiri dari struktur lignoselulosa non-kayu, di mana 60% dari beratnya terdiri dari uap air. Selain selulosa, hemiselulosa dan lignin.

Dari segi mikro, TKKS memiliki dinding sel serat yang lebih tebal daripada kayu keras sehingga serat TKKS dianggap sebagai bahan yang sulit diolah. Saat ini serat TKKS biasa dimanfaatkan sebagai isian karet, matres, kasur, keset dan bahan baku produk papan komposit berbasis serat, tetapi sampai sekarang belum dimanfaatkan secara maksimal. Selain itu, TKKS juga memiliki kandungan lignoselulosa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Berikut ini

data komposisi kimia TKKS dalam tabel 1 (Muryanto *et al.*, 2016).

Tabel 1 komposisi TKKS

Komposisi	Kadar (%)
Air	8,56
Holoselulosa	56,49
α -selulosa	33,25
Lignin	25,83
Hemiselulosa	23,24
Ekstraktif	4,19

Dengan melihat sifat fisik dan mekanik serat kelapa sawit sangat cocok untuk menjadi bahan penguat pada komposit karena diameter serat kelapa sawit berkisar 150-500 μ m dan kekuatan tarik dan modulus elastisitas serat kelapa sawit bisa mencapai 400 MPa dan 9 GP.

Selanjutnya dalam penelitian ini untuk matrik digunakan polipropilena yang memiliki memiliki tingkat kekerasan dan kekakuan yang cukup tinggi dan memiliki kestabilan terhadap panas dikarenakan adanya hidrogen tersier. Penggunaan bahan pengisi dan penguat memungkinkan polipropilena memiliki mutu kimia yang lebih baik sebagai bahan polimer dan tahan terhadap *impact stress* karena tekanan (*stress-cracking*) meskipun pada temperatur tinggi. Sifat lemah polipropilena adalah pada suhu rendah mudah mengalami *cracking* sehingga bisa ditangani dengan adanya penambahan pengisi (*reinforcement*) dari material serat TKKS.

Reinforcement antara polipropilen dengan serat TKKS memiliki kendala yaitu keduanya tidak *compatible* satu sama lain. sehingga diperlukan suatu zat sebagai *compatibilizer*. Salah satu *compatibilizer* yang paling sering digunakan di industri komposit adalah PP-g-MA, atau polipropilen grafting dengan maleic anhydrite dengan konsentrasi yang cukup kecil. Untuk selanjutnya PP-g- MA ini sebagai agent untuk proses grafting antara serat TKKS dan thermoplastik PP, sehingga terjadi proses terhubungannya antara serat TKKS yang cenderung hidrophilic dengan thermoplastik polimer yang cenderung hidrophilic (Machado *et al.*, 2001).

Sedangkan penambahan maleic anhydrite ini untuk produk non biodegradable plastik sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, misal pencampuran PE, PP dan lain sebagainya Maleic anhydrite ini juga sudah dilakukan untuk beberapa serat dan matrik thermoplastik, starch – maleic –

PLA, starch–maleic –poliester (Carlson *et al.*, 1999). Febrianto *et al.* (2017) telah melakukan penelitian terhadap komposit kayu dengan ethylene propilen rubber dan menunjukkan hasil kekuatan tarik meningkat dengan adanya penambahan maleic anhydrite, sekaligus juga di penelitian yang lain mempelajari pengaruh grafting maleic anhydrite terhadap *Wood flour* (WF)–reinforced cis–1,4–isoprene rubber (CIR) menunjukkan kenaikan *tensile strength* (Febrianto *et al.*, 2014; Febrianto *et al.*, 2017).

Selanjutnya komposit yang merupakan perpaduan antara dua material atau lebih berupa matriks dan penguat menjadi suatu material baru dengan sifat yang lebih baik dari material asalnya (Kalambur dan Rizvi, 2006). Saat ini perkembangan komposite berbasis polimer mengalami cukup pesat dan memiliki banyak keunggulan, seperti massa jenisnya yang ringan serta kekakuan dan kekuatan yang tinggi, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh *grafting agent* terhadap komposit serat TKKS dengan berbagai ukuran partikel dengan polipropilene.

METODE

Bahan

Bahan yang diperlukan pada penelitian ini diantaranya adalah serat TKKS, Polipropilen dan PP-g-MA.

Persiapan Sampel

Prosedur penelitian di mulai dari preparasi serat TKKS. Preparasi inidilakukan dengan cara memperkecil ukuran serat menggunakan *crusher* kemudian di saring menggunakan ayakan dengan ukuran 100, 80, 60 mesh dan selanjutnya dikeringkan terlebih dahulu menggunakan *oven* selama 30 menit pada suhu 70°C.

Pembuatan Komposit

Setelah variabel ukuran serat TKKS sudah memenuhi syarat untuk membuat komposit, selanjutnya dilakukan pencampuran antara serat TKKS dengan matrix polipropilen dengan *grafting agent* PP-g-MA dengan formulasi pada setiap sampelnya yaitu 20 gram serat TKKS dengan 3 variabel yaitu 100,80 dan 60 mesh, 2 gram PP-g-MA dan 78 gram polipropilen. Pencampuran ini dilakukan menggunakan mesin *two raw mill* dengan suhu 170°C selama 10 menit, pada 5 menit pertama untuk pencampuran polipropilen dengan PP- g-MA kemudian untuk 5

menit selanjutnya ditambahkan serat TKKS sesuai dengan variabel mesh masing-masing.

Uji Tarik

Pengujian mekanis ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dan modulus elastisitas serat dengan menggunakan alat universal testing machine (UTM) (Shimadzu model Omnitest). Ukuran sampel berbentuk standard mini dogbond dengan kapasitas 7.5N. Pengujian dilakukan dengan cara mengukur sampel terlebih dahulu yang kemudian diinput dalam VektorPro MT® software. Kemudian sampel diletakkan di holder pada mesin tensile dan dilakukan pengukuran.

Analisis Morfologi

Pada penelitian ini semua variabel komposit yang telah melalui proses pencampuran akan di uji *Scanning Electromagnetic Microscope* (SEM) (Hitachi SU 3500) yang mampu menguji bahan organik maupun non organik. Dikarenakan sampel adalah komposit plastik, pengujian SEM tidak diperlukan *treatment coating*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian Uji Tarik

Uji tarik (*tensile strength test*) dilakukan pada produk-produk polimer dan plastik lainnya untuk mengetahui karakteristik kekuatan tarik (*tensile strength*) dari produk tersebut, tensile dinyatakan dengan Mpa. Pada pengujian kekuatan tarik juga diperoleh data elongasi produk. Kekuatan mekanik ini juga dipengaruhi oleh sifat yaitu topologi kekasaran permukaan serat (*surface roughness*), jenis serat dan model perpatahan (*fracture modes*) dan kemampuan rekat serat-matrik (*adhesive on bonding*).

Pada Gambar 1 menunjukkan hasil uji tarik dari semua variasi serat TKKS yaitu pada 60mesh menghasilkan tegangan sebesar 8,8 N/mm² pada 80 mesh menghasilkan tegangan sebesar 6,19 N/mm² dan 100 mesh menghasilkan tegangan sebesar 23,05 N/mm². Hasil ini belum sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lee (2016) bahwa kekuatan tarik dalam komposit elastomer akan meningkat dengan turunnya ukuran partikel dari material *reinforcement*. (Lee, 2016) dikarenakan pada ukuran partikel size 80 mesh harusnya kekuatan tariknya lebih besar tetapi di penelitian ini lebih kecil. Hal ini juga dijelaskan oleh McKenna dan McCafferty (1982) menurunnya ukuran partikel size suatu material akan memberikan ikatan antar muka lebih besar sehingga akan mengakibatkan kenaikan tensile

strength (McKenna dan McCafferty, 1982). Wang. Z dkk Zang(2011) menjelaskan dalam penelitiannya bahwa ketidaksesuaian hasil penelitian dengan hipotesa dimungkinkan karena material *reinforcement* mengalami distribusi tidak merata ke seluruh matrik polipropilene dan kurangnya *mixing time*.(Wang *et al.*, 2011).

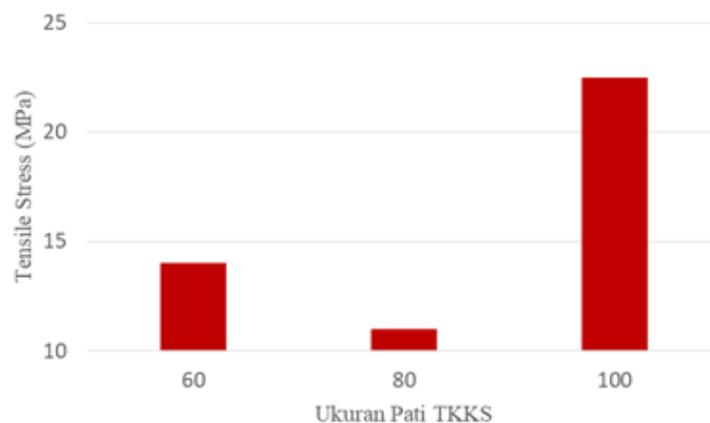
Pada Gambar 2 menunjukkan bahwa pengaruh ukuran partikel size dalam mesh pada pada serat tkks dengan nilai elongation yang mengalami kenaikan, dimana pada 60 mesh menghasilkan nilai elongation sebesar 2,4%, pada 80 mesh menghasilkan elongation sebesar 2,9%, dan 100 mesh elongation sebesar 3,9%. Pada Penelitian yang dilakukan oleh beberapa peniliti menunjukkan hasil bahwa elongasi akan berbanding terbalik dengan *tensile strength*, kenaikan ukuran, partikel akan memberikan elongasi yang menurun. Seperti dalam Penelitian

Zang.L dkk (Wang *et al.*, 2011) hal senada juga disampaikan oleh Chauhan *et al.* (2021).

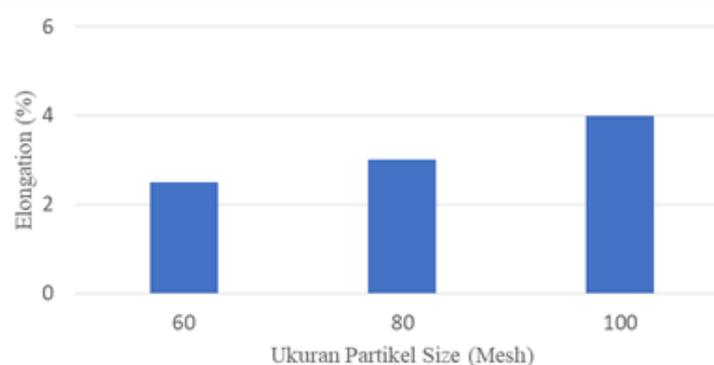
Scanning Elektron Microscope (SEM)

Uji SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi dari sampel komposit dengan menggunakan variabel TKKS 100 mesh.

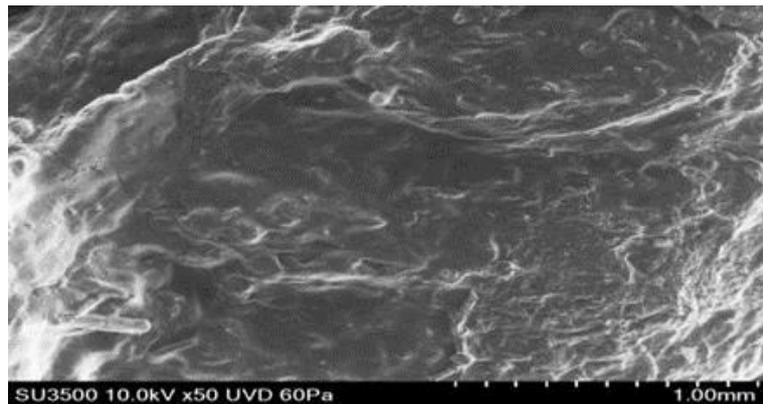
Pada gambar 4 terlihat hasil karakterisasi SEM pada permukaan komposit, sedangkan gambar 4 menjelaskan lebih besar lagi dengan pemebasaran 100x dan terlihat serat TKKS dan terdapat serat yang keluar dari permukaan, hal ini di kemungkinan dikarenakan ukuran partikel serat TKKS masih terlalu besar atau juga bisa juga disebabkan oleh compatibilizer yang masih kurang efektif, hal itu juga terjadi pada penelitian Averous L dkk yang memberikan keterangan bahwa isian material masih kurang efektif dikarenakan tidak menggunakan compatibilizer agent (Averous *et al.*, 2001;Li *et al.*, 2011).



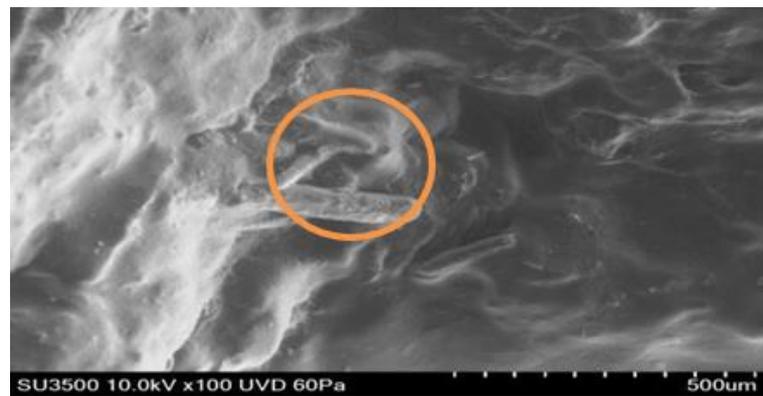
Gambar 1 Hubungan Antara Ukuran Pati dengan tensile strength komposit serat TKKS dengan polipropilene



Gambar 2 Hubungan antara ukuran pati TKKS (mesh) dengan elongation komposit serat TKKS dalam polipropilene



Gambar 3 Hasil SEM Komposit TKKS 100 mesh dengan pembesaran 1x



Gambar 4 Hasil SEM komposit TKKS 100 mesh dengan pembesaran 100x

KESIMPULAN

Pada proses pembuatan komposit polypropilene dengan serat TKKS dengan menambahkan grafting agent PP-g-MA memberikan hasil bahwa semakin tinggi nilai mesh akan memberikan nilai *tensile strength* yang naik tetapi nilai elongation akan berbanding terbalik dengan nilai tensile strength. Hasil ini selanjutnya harus diverifikasi untuk mendapatkan kesimpulan yang lebih akurat. Sedangkan tinjauan secara mikro menunjukkan bahwa kecocokan antara serat dan polipropilen dipengaruhi oleh ukuran partikel pengisi dan efektifitas *compatibilizer agent*.

DAFTAR PUSTAKA

- Avérous, L., Fringant, C. and Moro, L., 2001. Plasticized starch–cellulose interactions in polysaccharide composites. *Polymer*, 42(15), pp.6565-6572. doi: 10.1016/S0032-3861(01)00125-2.
- Carlson, D., Nie, L., Narayan, R. and Dubois, P., 1999. Maleation of polylactide (PLA) by reactive extrusion. *Journal of applied polymer science*, 72(4), pp.477-485.
- Chauhan, S.S., Maurya, N.K. and Dwivedi, S.P., 2021. Effect of particle size and weight percent of different wood dust on the tensile strength of glass fiber Epoxy/Saw dust composite using RSM. *Materials Today: Proceedings*, 47, pp.3936-3942. doi: 10.1016/j.matpr.2021.03.635.
- Febrianto, F., Lee, S., Jang, J., Hidayat, W., Kwon, J., Kondo, T. and Kim, N., 2014. Tensile properties and dimensional stability of wood flour-reinforced cis-1, 4-isoprene rubber composites. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, 59(2), pp.333-337.
- Febrianto, F., Hidayat, W., Wistara, I., Park, S., Jang, J., Lee, S., Teramoto, Y., Kondo, T. and Kim, N., 2017. Influence of Impact Modifier–Coupling Agent Combination on Mechanical Properties of Wood Flour–Reinforced Polypropylene Composite. *Journal of the Faculty of Agriculture Kyushu University*, 62(2), pp.445-450. doi: 10.5109/1854019.
- Idris, N.A., Loh, S.K., Lau, H.L.N., Yau, T.C., Mustafa, E.M., Vello, V. and Moi, P.S., 2018. Palm oil mill effluent as algae

- cultivation medium for biodiesel production. *J Oil Palm Res*, 30, pp.141-149. doi: 10.21894/jopr.2018.0011.
- Kalambur, S. and Rizvi, S.S., 2006. An overview of starch-based plastic blends from reactive extrusion. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 22(1), pp.39-58. doi: 10.1177/8756087906062729.
- Lee, D.J., 2016. Fracture mechanical model for tensile strength of particle reinforced elastomeric composites. *Mechanics of Materials*, 102, pp.54-60. doi: 10.1016/j.mechmat.2016.08.008.
- Li, W., Buschhorn, S.T., Schulte, K. and Bauhofer, W., 2011. The imaging mechanism, imaging depth, and parameters influencing the visibility of carbon nanotubes in a polymer matrix using an SEM. *Carbon*, 49(6), pp.1955-1964. doi: 10.1016/j.carbon.2010.12.069.
- Machado, A.V., Covas, J.A. and Van Duin, M., 2001. Effect of polyolefin structure on maleic anhydride grafting. *Polymer*, 42(8), pp.3649-3655. doi: 10.1016/S0032-3861(00)00692-3.
- McKenna, A. and McCafferty, D.F., 1982. Effect of particle size on the compaction mechanism and tensile strength of tablets. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 34(6), pp.347-351. doi: 10.1111/j.2042-7158.1982.tb04727.x.
- Muryanto, M., Sudiyani, Y. and Abimanyu, H., 2016. Optimasi proses perlakuan awal NaOH tandan kosong kelapa sawit untuk menjadi bioetanol. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 18(01), pp.27-35. doi: 10.14203/jkti.v18i01.37.
- Sumarlin L.O., Fathurrahman., Chalid, S.Y., 2019. Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit sebagai Antibrowning dan Repellent *Aedes Aegypti*. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 24(2), pp.117-126. doi: 10.18343/jipi.24.2.117
- Ngadi, N. and Lani, N.S., 2014. Extraction and characterization of cellulose from empty fruit bunch (EFB) fiber. *Jurnal Teknologi*, 68(5). Available at: <http://www.jurnalteknologi.utm.my/index.php/jurnalteknologi/article/view/3028/2234>.
- Salmina, S., 2017. Studi Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Oleh Masyarakat Di Jorong Koto Sawah Nagari Ujung Gading Kecamatan Lembah Melintang. *Jurnal Spasial*, 3(2). doi: 10.22202/js.v3i2.1604.
- Wang, Z., Song, M., Sun, C. and He, Y., 2011. Effects of particle size and distribution on the mechanical properties of SiC reinforced Al-Cu alloy composites. *Materials Science and Engineering: A*, 528(3), pp.1131-1137. doi: 10.1016/j.msea.2010.11.028.