

Pemanfaatan limbah *Polyester Staple Fiber* (PSF) dan *Polyester Suction Waste* (PSW) sebagai pengisi pada kulit sintetis berbasis Polivinil Klorida (PVC)

Erfina Oktariani*, Annisa Rakhma, Mariyatul Hasanah, Untung Prayudie

Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta
Jl. Letjen. Suprpto No. 26, Cempaka Putih, Jakarta Pusat, DKI Jakarta, 10510, Indonesia
Email: erfina@kemenperin.go.id

Abstrak

Limbah *Polyester Staple Fiber* (PSF) dan *Polyester Suction Waste* (PSW) merupakan produk yang tidak memenuhi spesifikasi dari industri hulu tekstil yang dijual sebagai *polyester popcorn* dengan harga murah. Industri mobil kelas menengah sudah menggunakan material kulit sintetis sebagai jok (*seat cover*). Untuk meningkatkan nilai tambah limbah PSF dan PSW, maka penelitian ini mengembangkan kulit sintetis berbasis polivinil klorida (PVC) dengan pengisi PSF dan PSW. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan PSF dan PSW serta rasio massa PVC: *Diocetyl Phthalate* (DOP) terhadap stabilitas termal dan kekuatan tarik pada kulit sintetis PVC. Resin yang digunakan adalah PVC dengan pemlastis DOP dan seng stearat sebagai *stabilizer*. Kulit sintetis tersusun atas lapisan atas dan lapisan dasar kompon PVC dengan aditif, yang kemudian dilaminasi dengan PSF atau PSW dan kain jenis *woven*. Rasio massa PVC: DOP divariasikan menjadi 1:2 dan 3:5; dengan variasi massa PSF dan PSW sebesar 0; 2,5 dan 5 g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa limbah PSF maupun PSW dapat meningkatkan stabilitas termal, tetapi menurunkan nilai kekuatan tarik. Meskipun demikian, nilai kekuatan tarik kulit sintetis yang dihasilkan masih memenuhi syarat minimal SNI 1294:2009 tentang kulit imitasi. Hal ini menunjukkan bahwa limbah PSF dan PSW berpotensi sebagai material pengisi di industri kulit sintetis.

Kata kunci : kulit sintetis PVC, *polyester staple fiber*, *polyester suction waste*, stabilitas termal, kekuatan tarik

Abstract

Polyester Staple Fiber (PSF) waste and *Polyester Suction Waste* (PSW) are products that do not meet the specifications of the upstream textile industry. Those are available in the market as *polyester popcorn* at low prices. The middle-class car industry is already using synthetic leather as the seat cover. This research developed polyvinyl chloride (PVC) based synthetic leather with PSF and PSW fillers to increase their economic value. The aim was to find the effect of PSF or PSW and the mass ratio of PVC: *Diocetyl Phthalate* (DOP) to the thermal stability and tensile strength of PVC synthetic leather. The resin used was PVC with DOP plasticizer and zinc stearate as a stabilizer. Synthetic leather consisted of a top layer and a base layer of PVC compound with additives, which then laminated with PSF or PSW and a woven type fabric. The mass ratios of PVC: DOP were at 1:2 and 3:5; with PSF and PSW mass were at 0; 2.5 and 5 g. The characterization results showed that both PSF and PSW waste could improve thermal stability but reduced their tensile strength. However, the tensile strengths still met the minimum requirements of SNI 1294: 2009 about imitation leather. These showed that PSF and PSW waste have potential as filler materials in the synthetic leather industry.

Keywords: synthetic leather of PVC, *polyester staple fiber*, *polyester suction waste*, thermal stability, tensile strength

1. PENDAHULUAN

Industri tekstil sendiri menghasilkan beragam limbah padat dari produk gagal karena tidak memenuhi spesifikasi dari standar yang sudah ditetapkan. Unit *spinning* menyumbangkan limbah padat yang cukup besar terutama limbah benang, limbah serat (*Polyester Staple Fiber/ PSF*) dan lainnya. Selain itu, ditemukan juga limbah serat dari unit *suction* (*Polyester Suction Waste/ PSW*) yang dihasilkan sampai 5-10% dari hasil produksi (Oktem, 1998).

Limbah-limbah padat berupa produk gagal ini jika terus mengalami penumpukan maka akan menimbulkan masalah lingkungan. Limbah tersebut umumnya diolah menjadi *polyester popcorn* atau langsung dijual dengan harga yang rendah. Bahan baku limbah yang dipakai tersebut termasuk PSF, PSW dan *polyester chip*. Tentu saja harga *polyester popcorn* lebih rendah dari produk serat utama. Sampai saat ini, limbah serat poliester tersebut dimanfaatkan hanya sebagai pengisi bantal, sofa, *bedding*. Belum dijumpai penggunaan dengan nilai ekonomi lebih tinggi khususnya di industri komponen otomotif.

Penggunaan material kulit sebagai pembungkus jok (*seat cover*) kendaraan bermotor khususnya mobil lebih disukai. Preferensi ini dikarenakan nilai estetika, kesan mewah, mudah dalam perawatan dan lainnya. Jok dengan kulit asli umumnya hanya dapat ditemukan di mobil mewah. Biaya yang tinggi tidak menjadikan alasan mobil kelas menengah ke bawah tidak dapat menggunakan jok kulit. Material alternatif untuk menjawab keinginan konsumen ini adalah dengan menggunakan kulit sintetis.

Umumnya kulit sintetis banyak digunakan di industri tas dan alas kaki. Tetapi, dengan modifikasi tertentu, kulit sintetis dapat memenuhi spesifikasi material pembungkus jok dengan biaya yang lebih ekonomis.

Bahan baku polimer yang umum digunakan pada pembuatan kulit sintetis adalah polivinil klorida (PVC). Kulit sintetis yang menggunakan bahan pelapis dari kompon PVC memiliki sifat daya lentur yang tinggi, ketahanan yang baik terhadap degradasi akibat sinar matahari. Harga PVC yang cukup murah membuat biaya produksi tidak tinggi sehingga harga produk dapat terjangkau oleh konsumen (Mustofa, 1995).

PVC juga memiliki kekurangan yaitu fleksibilitas dan stabilitas termal yang rendah sehingga harus dicampur dengan berbagai bahan aditif, yaitu pemlastis (*plasticizer*), penstabil (*stabilizer*), pengisi (*filler*), penguat (*reinforcement*), pigmen dan aditif lainnya sesuai dengan kebutuhan (Tawfik, 2006).

Pemlastis berbasis *phthalate* memainkan peran penting dan memplastikkan lebih dari 80% material karena biayanya rendah dan kinerja yang baik. *Bis (2-ethylhexyl) phthalate* atau DOP

adalah pemlastis berbasis *phthalate* yang digunakan secara luas dari penemuannya pada tahun 1930 hingga abad ke-21 (Omriani, dkk., 2016). DOP memiliki sifat yang menguntungkan dalam produksi kulit sintetis, mulai dari permukaan yang mengkilap sampai komposisi lunak dengan fleksibilitas tinggi (Murphy, 2001).

Aditif penstabil (*stabilizer*) juga penting dalam produksi kulit sintetis yang menggunakan PVC. Penggunaan zink stearate sebagai penstabil telah terbukti meningkatkan laju efektif dehidroklorin pada reaksi PVC-DOP (Hayri dan Devrim, 1999).

Beragam upaya untuk meningkatkan nilai ketahanan dan kekuatan telah dilakukan misalnya menambahkan pengisi (*filler*). Pengisi yang umum dipakai adalah talk (CaCO_3), silika dan bahan lainnya (Syabani, dkk., 2020).

Industri kulit sintetis menggunakan poliester dalam bentuk kain pada lapisan terluar yang direkatkan ke lapisan kulit sintetis sebagai penguat (Gurera, dkk., 2018). Resin poliester jenuh (*saturated polyester*) dalam fase cair juga sudah dimanfaatkan untuk meningkatkan kekuatan tarik kulit sintetis dengan pencampuran langsung (Tawfik, dkk., 2006). Selain sebagai penguat, ternyata serat poliester memiliki stabilitas termal yang baik dengan nilai titik leleh yang tinggi (Hansen dan Sargeant, 2005). Baik PSF maupun PSW memiliki karakteristik serat poliester pada umumnya. Serat poliester memiliki densitas 11,38 g/mL, dengan elongasinya 15-50% (Chapman, 2004). Titik leleh serat berada di antara 255-265°C dengan temperatur transisi kaca berkisar 60-77°C (Hansen dan Sargeant, 2005). Sampai saat ini belum dijumpai penggunaan limbah PSF dan PSW di industri kulit sintetis dengan matriks PVC.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan limbah PSF dan PSW terhadap stabilitas termal dan kekuatan tarik pada pembuatan kulit sintetis berbasis PVC.

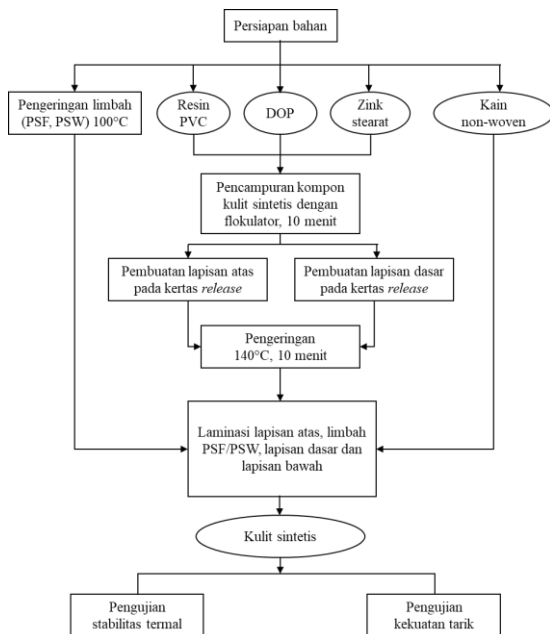
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Polimer, Program Studi Teknik Kimia Polimer, Politeknik STMI Jakarta. Gambar 1 memperlihatkan skema diagram pembuatan kulit sintetis dengan tiga tahapan utama yaitu: persiapan bahan, pembuatan kulit sintetis dan karakterisasi.

Bahan dan Persiapan

Bahan baku yang digunakan adalah resin PVC jenis emulsi dengan nilai K 65 dari PT. Standar Toyo Polimer (Statomer). Limbah PSF dan PSW diperoleh dari salah satu industri hulu tekstil di wilayah Jabodetabek. PSF dan PSW masing-masing

dikeringkan dengan oven pada 100°C. Serat yang telah kering selanjutnya disimpan dalam desikator. DOP digunakan sebagai aditif pemlastis dan zink stearat dipilih untuk penstabil (*stabilizer*).



Gambar 1. Skema pembuatan kulit sintetis berbasis PVC dengan pengisi limbah PSF dan PSW.

Pembuatan Kulit Sintetis

PVC dan DOP dengan rasio massa 1:2 dan 3:5 dicampurkan dengan 1,5 g seng stearat menggunakan alternatif flokulator selama ± 10 menit. Pencampuran bahan baku dengan flokulator diharapkan dapat lebih optimal dibandingkan dengan manual. Kompon yang telah terbentuk kemudian dituangkan di atas kertas *release* dan diratakan dengan rol besi. Lapisan dipanaskan dalam oven pada 140°C selama 10 menit yang selanjutnya didinginkan pada suhu ruang. Suhu dan waktu tersebut merupakan waktu optimal yang didapatkan setelah melakukan *trial*. Lapisan yang diperoleh dipakai sebagai lapisan atas dan lapisan dasar. PSF dan PSW masing-masing ditambahkan di antara kedua lapisan tersebut dengan variasi massa 2,5 dan 5 gram. Penambahan serat poliester dengan jumlah tersebut merupakan pendekatan variasi jumlah poliester dengan penelitian sebelumnya sebesar 5% dan 10% dari 100 phr PVC (Tawfik, 2006). Sebagai pembanding, kulit sintetis tanpa serat poliester juga dibuat. Kain *non-woven* diletakkan pada lapisan atas. Proses laminasi merupakan akhir dari proses pembuatan kulit sintetis dalam penelitian ini.

Karakterisasi Kulit Sintetis

Sifat stabilitas termal diperoleh berdasarkan ASTM E1131 dengan menggunakan *Thermogravimetric Analysis* (TGA) tipe 55 TA. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui perubahan berat susut (*weight loss*) suatu material terhadap perubahan suhu. Sampel diuji dengan dilakukan injeksi gas nitrogen dengan laju 25 mL/menit. Proses pemanasan pada TGA berlangsung pada suhu 25-750°C, dengan laju sebesar 10°C/menit.

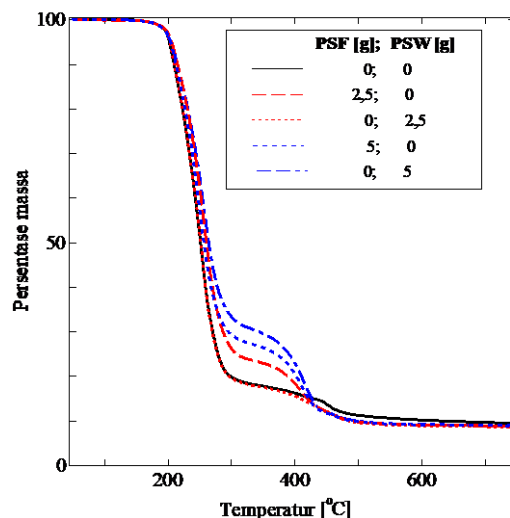
Kekuatan tarik diukur dengan menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) tipe Ibertest EUROTTEST T-5 & T-5/E berdasarkan SNI 1294:2009. Pada SNI 1294:2009 menggunakan cuplikan atau spesimen berbentuk persegi panjang dengan 250mm dan lebar 30mm. Pada pengujian ini dibuat 3 buah cuplikan arah membujur dan 3 buah cuplikan arah melintang. Pengujian kekuatan tarik dengan pemasangan cuplikan pada alat uji kemudian memberikan tegangan hingga cuplikan putus (Standar Nasional Indonesia, 2009).

Semua karakterisasi/ pengujian produk penelitian dilaksanakan di Laboratorium Polimer Teknik Kimia Polimer Politeknik STMI Jakarta.

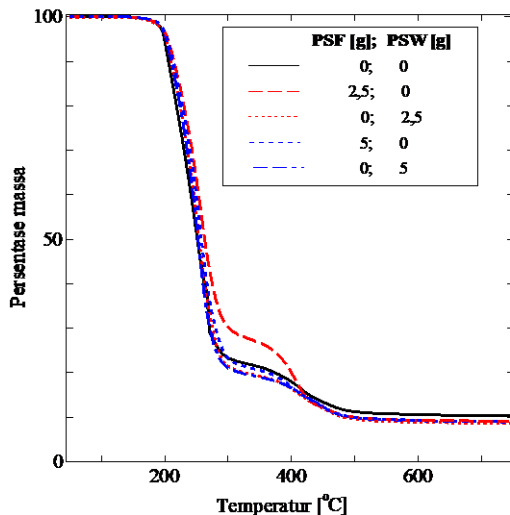
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh limbah Polyester Staple Fiber (PSF) dan Polyester Suction Waste (PSW) terhadap stabilitas termal

Stabilitas termal kulit sintetis dapat dilihat dari penurunan massa selama pemanasan dari temperatur ruang sampai 750°C. Penurunan massa ini disebut sebagai dekomposisi termal. Gambar 2 dan 3 menunjukkan penurunan massa selama kulit sintetis dipanaskan di dalam *furnace* TGA.



Gambar 2. Pengaruh limbah PSF dan PSW terhadap stabilitas termal pada kulit sintetis dengan rasio massa PVC:DOP 1:2.



Gambar 3. Pengaruh limbah PSF dan PSW terhadap stabilitas termal pada kulit sintetis dengan rasio massa PVC:DOP 3:5.

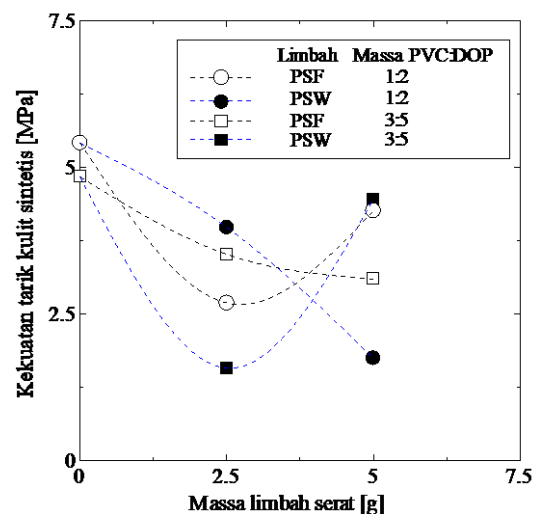
Baik gambar 2 dan 3 menunjukkan terjadinya 2 (dua) tahapan dekomposisi. Terjadi penurunan massa dengan tren yang cukup drastis pada dekomposisi awal. Dekomposisi mulai terlihat jelas pada 158°C sampai mendekati 300°C untuk semua variasi. Sedangkan tren penurunan massa mulai melandai pada dekomposisi kedua/akhir, dimana rentang temperature dekomposisi tahap kedua antara 300°C sampai 460°C. Dikarenakan tujuan dari pengembangan material kulit sintetis ini untuk jok mobil, maka stabilitas termal difokuskan pada dekomposisi awal. Indonesia sendiri merupakan negara tropis dengan rentang temperatur yang tidak sampai 40°C pada musim kemarau sehingga lebih fokus pada hasil dekomposisi pertama.

Gambar 2 dan 3 juga memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan suhu dekomposisi. Terbukti dari suhu dekomposisi tertinggi sebesar 217,90°C dihasilkan oleh sampel 3 dengan 5 gram poliester dan rasio PVC:DOP 1:2. Sedangkan suhu dekomposisi terendah sebesar 211,52°C dihasilkan oleh sampel tanpa poliester dan rasio PVC:DOP 3:5. Peningkatan suhu dekomposisi ini mengindikasikan bahwa serat poliester *suction waste* dapat meningkatkan stabilitas termal sehingga membentuk ikatan polimer yang kuat karena semakin tinggi suhu yang dibutuhkan untuk mengurangi berat awal sampel maka semakin stabil bahan tersebut (Zhang, 2011). Penelitian terkait yang juga membuat kulit sintetis PVC dengan mencampurkan langsung resin poliester menyimpulkan bahwa penambahan resin poliester pada PVC akan menghasilkan suhu dekomposisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan PVC tanpa poliester (Tawfik, dkk., 2006). Hal ini sejalan dengan pendapat tersebut karena penambahan PSF maupun PSW pada kulit sintetis terbukti dapat meningkatkan suhu dekomposisi kulit sintetis berbasis PVC.

Semakin banyak massa serat poliester (baik PSF maupun PSW), memberikan nilai stabilitas yang semakin baik pada rasio massa PVC:DOP 1:2. Terlihat pada dekomposisi awal bahwa pada pemakaian PSF sebesar 5 g menghasilkan 66,4% penurunan massa, lebih baik daripada pemakaian PSW dengan massa yang sama. Jika dibandingkan dengan kulit sintetis tanpa serat poliester, penurunan massa sangat besar yaitu 81,6%. Sebaliknya, ketika penggunaan DOP ditekan yaitu dengan rasio PVC:DOP 3:5 (Gambar 3) justru stabilitas termal yang baik diperoleh pada massa poliester 2,5 g. Semakin besar komposisi DOP dalam kulit sintetis, dimungkinkan terjadi reaksi antara DOP dengan serat poliester itu sendiri. Secara keseluruhan terlihat bahwa PSF lebih berpengaruh dalam meningkatkan ketahanan kulit sintetis terhadap panas. Tetapi tidak menutup kemungkinan untuk PSW dipakai sebagai pengisi pada kulit sintetis berbasis PVC karena nilai stabilitas termalnya lebih baik daripada kulit sintetis berbasis PVC murni.

Pengaruh limbah Polyester Staple Fiber (PSF) dan Polyester Suction Waste (PSW) terhadap kekuatan tarik

Salah satu tujuan awal pemanfaatan limbah PSF dan PSW dalam pembuatan kulit sintetis berbasis PVC adalah untuk meningkatkan nilai kekuatan tarik dari produk. Ternyata hasil yang diperoleh dari penelitian ini berlawanan. Gambar 4 memperlihatkan bahwa nilai kekuatan tarik menurun ketika ditambahkan PSF maupun PSW. Penurunan drastis terlihat pada penggunaan PSF dan PSW sebesar 2,5 g. Tetapi nilai kekuatan tarik meningkat pada penggunaan 5 g PSW dengan rasio PVC:DOP 1:2 yaitu sebesar 4,6 MPa. Pada penambahan 5 g PSF juga diperoleh nilai kekuatan tarik cukup besar yaitu 4,26 MPa dengan rasio PVC:DOP 3:5.



Gambar 4. Pengaruh limbah PSF dan PSW terhadap kekuatan tarik kulit sintetis berbasis PVC.

Perbedaan nilai kekuatan tarik pada penelitian ini diduga karena adanya inkonsistensi dalam pengerjaan laminasi. Proses laminasi lapisan dasar, limbah PSF atau PSW, lapisan atas dan kain hanya dilakukan secara manual sehingga panas yang diterima setiap permukaan tidak merata. Hal ini berakibat ada udara yang terperangkap di antara lapisan sehingga kurang merekatnya limbah PSF/PSW dengan lapisan atas, dasar dan lapisan paling bawah yaitu kain *woven*.

Walaupun keberadaan limbah PSF/PSW menurunkan nilai kekuatan tarik, kulit sintetis dengan formulasi ini layak digunakan karena masih memenuhi standar. Syarat minimum nilai kekuatan tarik kulit sintetis menurut SNI 1294:2009 adalah sebesar 1,8 MPa. Limbah PSF memiliki potensi yang lebih besar untuk digunakan sebagai pengisi di industri kulit sintetis untuk jok mobil, mengingat semua nilai kekuatan tariknya melebihi syarat minimum.

4. KESIMPULAN

Limbah PSF dan PSW dapat meningkatkan stabilitas termal dari kulit sintetis berbasis PVC dengan pemlastis DOP dimana penurunan massa kulit selama pemanasan dapat ditekan dari 81,6% sampai 66,4%. Keberadaan PSF dan PSW dapat menurunkan nilai kekuatan tarik kulit sintetis, dimana nilai tertinggi 4,6 MPa diperoleh dengan 5 g PSW pada rasio PVC:DOP 1:2. Walaupun demikian, nilai kekuatan tariknya masih berada di atas standar SNI 1294:2009 tentang kulit imitasi (1,8 MPa).

Masih diperlukan metode laminasi yang lebih baik misalnya dengan automasi untuk menghasilkan produk kulit sintetis dengan kualitas yang konsisten.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International., 2012. Standard Test Methods for Compositional Analysis by Thermogravimetry, ASTM International. 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
- Chapman, R., 2004. Nonwoven Fabrics, Staple Fibers. *Encyclopedia of Polymer Science and Technology*. 10: 614-637.
- Gurera D, Bhushan B., 2018. Fabrication of Bioinspired Superliquiphobic Synthetic Leather with Self-Cleaning and Low Adhesion, *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 18: 30141-9.
- Hansen, S. M., Sargeant. P. B., 2005. Fibers, Polyesters. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*. E. I. du Pont de Nemours & Co., Inc. 1-20
- Hayri, B, and B Devrim., 1999. Effect of Zinc Stearate and/or Epoxidized Soybean Oil on Gelation and Thermal Stability of PVC-DOP Plastigels. *Journal of Applied Polymer Science*. 74: 2488-2498.
- Murphy, John., 2001. Additives for Plastics. 2nd Edition. Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Mustofa, Hadi., 1995. Penelitian Pengaruh Pemakaian Kain Penguat Terhadap Sifat Ketahanan Rekat dan Perpanjangan Putus Kulit Imitasi Untuk Atasan Sepatu. *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*. 10: 96-104.
- Oktem, T., 1998. Evaluation of polyester waste. *Textile Apparel*. 6:396-400.
- Omrani, I, A Ahmadi, A Farhadian, H K Shendi, N Babanejad, and M R Nabid., 2016. Synthesis of a bio-based plasticizer from oleic acid and its evaluation in PVC. *Polymer Testing*. 56: 237-244.
- Standar Nasional Indonesia (SNI)1294:2009., 2009. Kulit Imitasi, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Syabani, M, I Amaliyana, I Hermiyati, and Y I Supriyatna., 2020. Silica from Geothermal Waste as Reinforcing Filler in Artificial Leather. *Key Engineering Materials*. 849: 78-83.
- Tawfik, Soheir Y, Jeannette N Asaad, and Magdy W Sabaa., 2006. Thermal and Mechanical Behaviour of Flexible Poly(Vinyl Chloride). *Polymer Degradation and Stability*. 91: 385-392.