

Pengujian Tripotassium Sitrat dan Asam Sitrat Sebagai *Fire Retardant* Pada Kain Gorden

Dewi Kurniasih, Moch. Luqman Ashari, Aditya Maharini,
Mardi Santoso, Desi Tri Cahyaningati, Mochammad Choirul Rizal*

Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia

*mc.rizal@ppns.ac.id

Abstract

Based on data from the Indonesian Police and Fire Department, the number of fire incidents is quite high and the most frequent fires are residential buildings. Therefore, it is necessary to conduct research related to materials that can inhibit the spread of fire. This research was conducted with the intention of determining the ability of Tripotassium Citrate in sweet potato skin and Citric Acid in inhibiting the spread of fire. The purpose of this study was to determine which material is more effective by testing and combining the dosage of each material. The method used was to conduct an experimental test on the combination of these materials in inhibiting the spread of fire. The aspects measured in this study were the mass loss and the area burned from each sample. The experimental results show that Tripotassium citrate has a function in slowing down the fire ignition stage with a mass loss ranging from 0.67 - 0.97 grams and a percentage of burned area ranging from 17.54% - 23.85%. While citric acid has a function in slowing down the fire growth stage with a mass loss ranging from 0.01 - 0.17 grams and a percentage of burned area ranging from 1.75% - 7.08%. The combination of the two materials produced results with a mass loss ranging from 0.2 - 0.8 grams and a percentage of burned area ranging from 4.27% - 14.04%. With these results, it can be concluded that Tripotassium Citrate and Citric Acid can be used as fire retardants.

Keywords: *Fire Retardant Agent; Tripotassium Citrate; Citric Acid; Curtains*

Abstrak

Berdasarkan data Kepolisian dan Dinas Kebakaran Republik Indonesia menunjukkan bahwa angka insiden kebakaran cukup tinggi dan yang paling sering mengalami kebakaran adalah bangunan hunian. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terkait bahan yang dapat menghambat penyaluran api. Penelitian ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kemampuan Tripotassium Sitrat pada kulit ubi dan Asam Sitrat dalam menghambat penyaluran api. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bahan mana yang lebih efektif dengan menguji dan mengkombinasikan takaran setiap bahannya. Metode yang digunakan adalah melakukan uji eksperimen terhadap kombinasi bahan tersebut dalam menghambat penyaluran api. Aspek yang diukur dari penelitian ini adalah massa hilang dan luas area yang terbakar dari setiap sampel. Hasil eksperimen menunjukkan Tripotassium sitrat memiliki fungsi dalam memperlambat tahap penyaluran api dengan massa hilang berkisar antara 0,67 – 0,97 gram dan persentase area yang terbakar berkisar antara 17,54% - 23,85%. Sedangkan asam sitrat memiliki fungsi dalam memperlambat tahap pertumbuhan api dengan massa hilang berkisar antara 0,01 – 0,17 gram dan persentase area yang terbakar berkisar antara 1,75% - 7,08%. Kombinasi dari kedua bahan didapatkan hasil dengan massa hilang berkisar antara 0,2 - 0,8 gram dan persentase area yang terbakar berkisar antara 4,27% - 14,04%. Dengan hasil tersebut maka dapat disimpulkan bahwa Tripotassium Sitrat dan Asam Sitrat dapat digunakan sebagai *fire retardant*.

Kata Kunci: Agen Penghambat Api; Tripotassium Sitrat; Asam Sitrat; Gorden

Pendahuluan

Kebakaran merupakan kejadian darurat yang bisa timbul di berbagai tempat dan waktu, tanpa memandang faktor usia, jenis kelamin, atau latar belakang individu. Kejadian kebakaran memiliki potensi untuk dengan cepat menyebabkan kerusakan dan merusak apa pun yang berada di sekitarnya. Pemahaman tentang hal-hal tersebut diharapkan dapat meningkatkan kewaspadaan dan membantu bersiap menghadapi potensi bahaya kebakaran di sekitar.. Kebakaran juga tragedi yang sulit diprediksi dan tidak diinginkan oleh masyarakat. Selain itu, kebakaran sering kali menjadi sulit dikendalikan ketika api sudah membesar. Kejadian kebakaran sangat berbahaya dan mengganggu kehidupan serta mata pencaharian masyarakat. Kebakaran dikategorikan sebagai salah satu jenis bencana (Dodon et al., 2017).

Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), bencana adalah peristiwa atau serangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan serta mata pencaharian masyarakat. Berdasarkan Peraturan Kepala Badan Nasional Penanggulangan Bencana Nomor 1 Tahun 2012 Tentang Pedoman Umum Desa/Kelurahan Tangguh Bencana, bencana dapat disebabkan oleh faktor alam, non-alam, atau aktivitas manusia, yang mengakibatkan korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian material, dan dampak psikologis. Meningkatnya angka dari data statistik dari Kepolisian Republik Indonesia (POLRI) dari Mei 2018 hingga Juli 2023, terdapat 5.336 insiden kebakaran yang terjadi. Sekitar 24,79% dari total tersebut, atau sekitar 1.323 kejadian, terjadi hingga 19 Juli 2023 (<https://DataIndonesia.Id/Varia/Detail/Kasus-Kebakaran-Di-Indonesia-Cetak-Rekor-Pada-Juni-2023>). Trend kebakaran di Indonesia menunjukkan kecenderungan meningkat, dengan bulan Juni 2023 mencatat jumlah tertinggi yaitu 133 kejadian kebakaran. Tahun 2023 mencatat jumlah kebakaran tertinggi di Jawa Tengah dengan 612 kejadian, sementara Jawa Timur mencatat 82 kejadian, dan Bali mencatat 100 kejadian kebakaran. Jawa Barat dan Sumatera Utara masing-masing mencatat 80 dan 59 kejadian kebakaran.

Kemudian menurut data dari DISPEMKAR, jenis bangunan yang paling sering mengalami kebakaran adalah bangunan hunian (perumahan), industri atau pabrik, pertokoan, dan perkantoran. Kebakaran di perkotaan umumnya disebabkan oleh hubungan pendek arus listrik (korsleting) pada kabel listrik, kebocoran pada pipa saluran tabung gas LPG, atau kelalaian manusia seperti lupa mematikan kompor, membakar sampah, atau membuang puntung rokok sembarangan (Huang, 2009). Namun, banyak rumah yang belum dilengkapi dengan peralatan untuk mencegah kebakaran non-alam ini. Rendahnya pemahaman dan kesadaran masyarakat serta kurangnya sistem proteksi yang memadai menjadi faktor penyebab terjadinya kebakaran.

Menurut laporan kebakaran tahun 2018 di Inggris, terdapat 3.961 kasus kebakaran rumah yang disebabkan oleh material tekstil (yang merupakan barang pertama yang terbakar) dari total 26.610 kasus kebakaran rumah. Selain itu, sekitar 27% dari korban mengalami kematian akibat kebakaran tersebut (Choudhury, A. K. R., 2020). Potensi bahaya yang muncul akibat sifat material yang tidak tahan api hampir ditemukan pada berbagai jenis bahan tekstil, baik yang digunakan untuk pakaian maupun untuk keperluan rumah tangga (Liu et al., 2016; Horrocks & Price, 2001). Beberapa peneliti setuju bahwa penting untuk mengembangkan bahan kain yang dapat mengurangi risiko bahaya kebakaran bagi manusia (Barker et al., 2011). Ada beberapa metode untuk meningkatkan sifat tahan api pada bahan tekstil, yaitu dapat menggunakan teknik pencampuran serat (Zhang et al., 2018; Sahabudin & Razali, 2019) dan dengan menggunakan teknik pelapisan (*coating*) (Horrocks, 2019). Teknik *coating* mengacu pada pelapisan suatu bahan, seperti pada pelapisan besi untuk peningkatan ketahanan (Selly et al., 2020). Pengaplikasiannya juga dapat diterapkan dalam meningkatkan mutu pada kain. Teknik

pelapisan melalui perendaman dengan penambahan ekstrak bayam pada zat resin tahan api pada kain katun menghasilkan efek sifat tahan api pada kain katun (Putra, et al., 2020).

Saat ini, pencarian penghambat api (FR) baru yang berdampak rendah terhadap lingkungan telah mendorong komunitas ilmiah untuk menilai kelayakan biomakromolekul terpilih sebagai FR potensial untuk tekstil (yaitu, katun, poliester, dan campurannya) (Malucelli, 2018). Sebagai salah satu produk kain/tekstil, penggunaan tirai/gorden dapat dimaksimalkan bukan hanya diperuntukkan pembatas/sekat dalam suatu ruangan, namun juga dapat digunakan sebagai penghambat berjalarnya api dari satu ruangan ke satu ruangan lainnya. Pemaksimalan ini menggunakan bahan - bahan yang dapat dijadikan agen untuk menghambat berjalarnya api yaitu tripotassium sitrat yang terdapat pada kulit ubi dan asam sitrat. Studi ini berfokus pada penerapan finishing tahan api (FR) yang ramah lingkungan yang tidak termasuk bahan kimia berbasis formaldehida atau halogen pada kain katun karena telah diumumkan bahwa jenis bahan ini memiliki bahaya lingkungan dan toksikologi (Basyigit, Z. O. et al., 2018).

Pembakaran dapat digambarkan melalui empat komponen utama, yaitu bahan bakar, oksigen, panas, dan reaksi pembakaran berantai. Keempat komponen ini digambarkan dalam bentuk geometris tetrahedron, yang dikenal sebagai tetrahedron api. Menurut *National Fire Protection Association Report First Revision No. 18 NFPA 921-2015*, Untuk mencegah atau memadamkan api, salah satu atau lebih sisi tetrahedron tersebut harus dikendalikan atau dihilangkan. Dengan adanya gorden ini, diharapkan dapat menghambat api dengan mengganggu salah satu komponen dalam tetrahedron api yaitu reaksi berantai.

Penggunaan gorden anti api terbukti efektif sebagai penghalang penyebaran api dan sebagai proteksi pasif dan aktif terhadap kebakaran, terutama di dapur rumah. Kombinasi kulit singkong dengan ekstrak Citrus sp sebagai bahan anti api terbukti dapat memperlambat penyebaran api yang menyebabkan kebakaran. Semakin banyak lapisan zat anti api yang diterapkan pada kain gorden, maka semakin lama ketahanan kain tersebut terhadap api (Wardana et al., 2023). Kulit ubi kayu mengandung pati dalam jumlah yang cukup besar (Adil et al., 2020). Pati adalah karbohidrat berbentuk tepung yang merupakan polimer dari glukosa, terdiri dari dua komponen utama yaitu amilosa dan amilopektin (Akbar et al., 2013). Tripotassium sitrat adalah senyawa kimia yang dapat ditemukan dalam kulit singkong. Senyawa aktif dalam ekstrak singkong dapat menghambat loncatan energi elektron melewati titik kritis pada lapisan luar atom saat proses pembakaran. Konsep ini dikenal dengan teori radikal bebas yang diperkenalkan oleh Randall Hartolaksone pada tahun 1997 (Pranowo et al., 2009).

Asam sitrat (2-hidroksi-1,2,3-propantrikarboksilat, C₆H₈O₇) adalah zat asam, pengawet, emulsifier, perasa, agen pengikat, dan penyeimbang pH yang banyak digunakan di berbagai industri, terutama dalam produk makanan, minuman, farmasi, nutrasetik, dan kosmetik (Ciriminna et al., 2017). Adapun penelitian terkait bahan ini, dengan adanya asam sitrat dan katalisator bersama Pyrovatex, ketahanan terhadap api pada kain meningkat karena adanya ikatan yang lebih kuat antara Pyrovatex dan kapas. Selain itu, katalisator berbasis fosfor SHP juga meningkatkan kandungan fosfor dalam sistem, sehingga ketahanan terhadap api menjadi lebih baik. Oleh karena itu, hanya dengan 200 g/L Pyrovatex yang dikombinasikan dengan asam sitrat dan katalisator, ketahanan terhadap api yang diperoleh jauh lebih baik dibandingkan dengan menggunakan 400 g/L Pyrovatex saja (Mohsin et al., 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari bahan manakah yang lebih efektif dalam menghambat penjalaran api. Tidak hanya menguji konsentrasi setiap bahannya, penelitian ini juga menguji kombinasi konsentrasi dari dua bahan tersebut untuk mencari kombinasi paling efektif dalam menghambat bahkan menghentikan penjalaran dari suatu kebakaran.

Sampel akan dianalisis dari 2 aspek yaitu massa hilang dan total area terbakar. Massa yang hilang (*mass defect*) adalah perbedaan massa antara inti atom berat sebelum dan sesudah terjadinya reaksi. Harapannya dengan adanya penelitian ini dapat menjadi langkah awal dalam menciptakan lingkungan sekitar hunian yang lebih aman, dengan membuat sendiri kombinasi fire retardant nya dari bahan kulit ubi kayu (*Tripotassium Citrate*) dan citrun (*Citric Acid*).

Metode

Penelitian ini menggunakan menggunakan metode uji eksperimen dari bahan-bahan yang dijadikan sebagai *fire retardant*. Variabel yang digunakan dalam eksperimen ini adalah variasi komposisi dari masing-masing material yang akan dijadikan sebagai *fire retardant*, yaitu *Tripotassium Sitrat dan Asam Sitrat*. Data yang akan dikumpulkan dari hasil eksperimen adalah luas area yang terbakar dan massa dari bahan material eksperimen setelah dilakukan pembakaran. Kemudian data hasil eksperimen tersebut akan disajikan menggunakan metode statistic deskriptif, dalam bentuk tabulasi dan grafik. Dalam penelitian ini adapun bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan agen penghambat api pada kain gorden sebagai berikut: kain gorden ukuran 20 cm x 20 cm, asam sitrat/citrun, tripotassium sitrat. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut: timbangan digital, gelas ukur, penggaris, gunting, ember plastik, dan lain - lain.

Eksperimen ini dilakukan untuk memperoleh bahan manakah atau kombinasi bahan mana yang paling efektif dari tripotassium sitrat dan asam sitrat dalam menghambat api. Pengaturan kontrol dalam penelitian ini dengan menggunakan standar internasional ISO 3905-80, yaitu melakukan penerapan lapisan pernis *water based* yang menggunakan air sebagai pelarutnya. Proses ini melibatkan perendaman kain gorden pada variasi konsentrasi cairan tripotassium sitrat, variasi konsentrasi asam sitrat, dan variasi konsentrasi kombinasi kedua bahan tersebut. Pengeringan dari tiap pelapisan yang dilakukan adalah suhu ruangan pada laboratorium kimia (ruang uji). Selanjutnya, kinerja bahan penghambat api diuji dengan pembakaran melalui lilin pada setiap sampel. Analisis data hasil uji akan dilakukan melalui uji hipotesis untuk membandingkan dua jenis agen penghambat berdasarkan luasan jalaran api pada kain percobaan. Tujuannya adalah untuk mengetahui bahan manakah yang paling efektif dalam menghambat api yaitu apakah agen penghambat 1, agen penghambat 2, maupun kombinasi dari kedua agen tersebut.

Rancangan percobaan dilaksanakan dengan menentukan variasi konsentrasi dari setiap bahannya, mulai dari variasi konsentrasi tripotassium sitrat/kulit ubi, variasi konsentrasi asam sitrat, dan variasi konsentrasi kombinasi dari kedua bahan tersebut.

Tabel 1. Variasi Konsentrasi Agen Kulit Ubi (Tripotassium Sitrat)

| No | Kulit Ubi | Air |
|----|-----------|------|
| 1 | 5gr | 50gr |
| 2 | 10gr | 50gr |
| 3 | 15gr | 50gr |
| 4 | 20gr | 50gr |
| 5 | 25gr | 50gr |

Penentuan variasi konsentrasi ubi dengan air 50 gram harus memerhatikan tingkat kekentalan cairan campuran yang nantinya akan dicelupkan, ketika cairan campuran ubi terlalu kental maka kain tidak akan meresap agen secara efektif dan akan meninggalkan residu pada permukaan kain gorden. Perendaman dilakukan selama 5 menit kemudian dilakukan penjemuran dibawah sinar matahari sampai potongan gorden benar-benar kering. Setiap perendaman membutuhkan 3 sampel untuk setiap variasi konsentrasinya.

Tabel 2. Variasi Konsentrasi Agen Asam Sitrat

| No | Citrun | Air |
|----|--------|------|
| 1 | 5gr | 50gr |
| 2 | 10gr | 50gr |
| 3 | 15gr | 50gr |
| 4 | 20gr | 50gr |
| 5 | 25gr | 50gr |
| 6 | 30gr | 50gr |
| 7 | 35gr | 50gr |
| 8 | 40gr | 50gr |
| 9 | 45gr | 50gr |
| 10 | 50gr | 50gr |

Penentuan variasi Asam Sitrat lebih mudah digunakan untuk banyak variasi kombinasi konsentrasi dari perendaman dikarenakan Asam Sitrat ini tidak menambah kekentalan dari cairan celupan. Sehingga variasi dari konsentrasi dapat mencapai 10 nomor. Seperti pada rancangan pada cairan tripotassium sitrat, setiap nomor variasi akan dibutuhkan 3 potong sampel gorden

Tabel 3. Variasi Konsentrasi Kombinasi 2 Agen

| No | Kulit Ubi | Citrun | Air |
|----|-----------|--------|-------|
| 1 | 5gr | 45gr | 100gr |
| 2 | 10gr | 40gr | 100gr |
| 3 | 15gr | 35gr | 100gr |
| 4 | 20gr | 30gr | 100gr |
| 5 | 25gr | 25gr | 100gr |
| 6 | 30gr | 20gr | 100gr |
| 7 | 35gr | 15gr | 100gr |
| 8 | 40gr | 10gr | 100gr |
| 9 | 45gr | 5gr | 100gr |

Penentuan kombinasi dari dua agen juga harus memerhatikan kekentalan dari cairan campuran dengan menggunakan perbandingan Ubi : Citrun : Air yaitu 5 gram : 45 gram s.d 45 gram : 5 gram dengan jumlah air konstan di angka 100 gram. Seperti pada rancangan sebelumnya, setiap nomor variasi akan dibutuhkan 3 potong sampel gorden. Masing-masing bahan dan variasi dilakukan perendaman selama 5 menit kemudian dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari sampai potongan gorden benar-benar kering. Setelah dilakukan perendaman, selanjutnya melakukan pengukuran massa setelah perendaman yang diukur ketika potongan kain telah kering dari perendaman menggunakan timbangan elektrik. Uji bakar dilakukan setelah penimbangan sebelumnya yang dilakukan selama kurang lebih 15 detik yang nantinya akan diukur lagi untuk massa setelah pembakaran.

Hasil dan Pembahasan

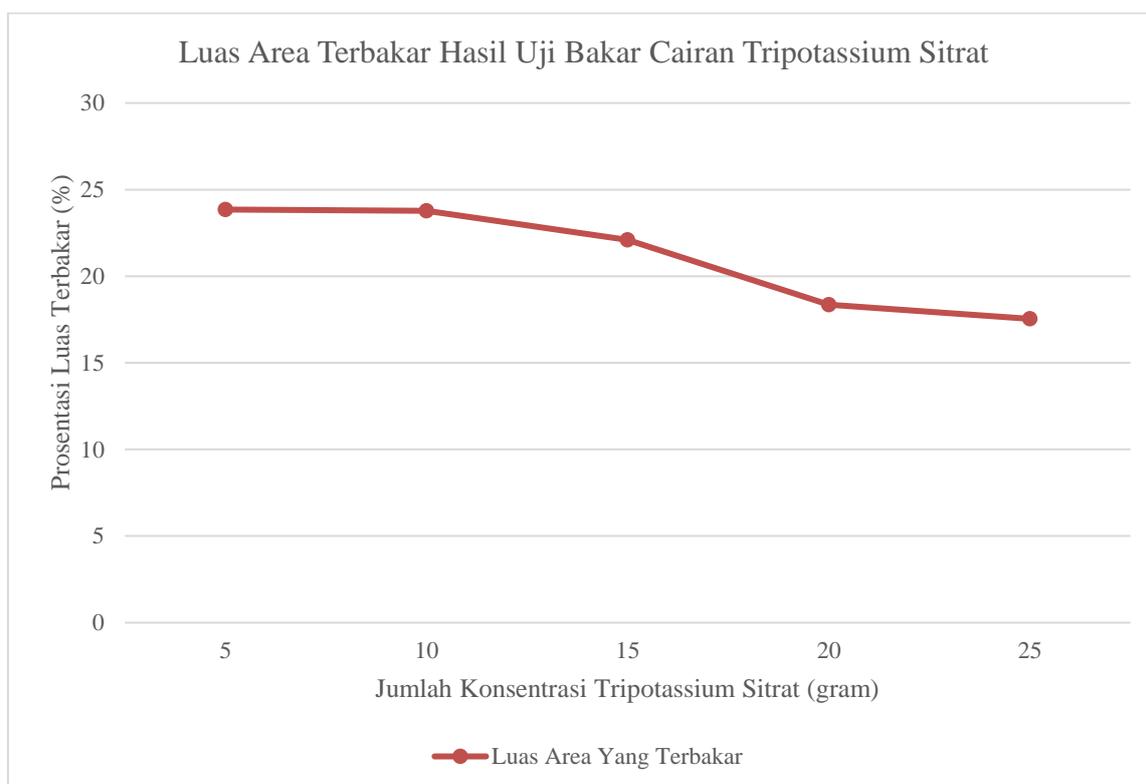
Adapun data hasil pengujian yang dihasilkan dari perendaman menggunakan 3 campuran yang berbeda tersebut sangatlah bervariasi mulai dari massa setelah perendaman hingga luasan bakaran yang dihasilkan. Berikut adalah rekapitulasi hasil pengujian untuk masing-masing bahan dan masing-masing varian konsentrasi.

1. Perendaman Pada Cairan Tripotassium Sitrat

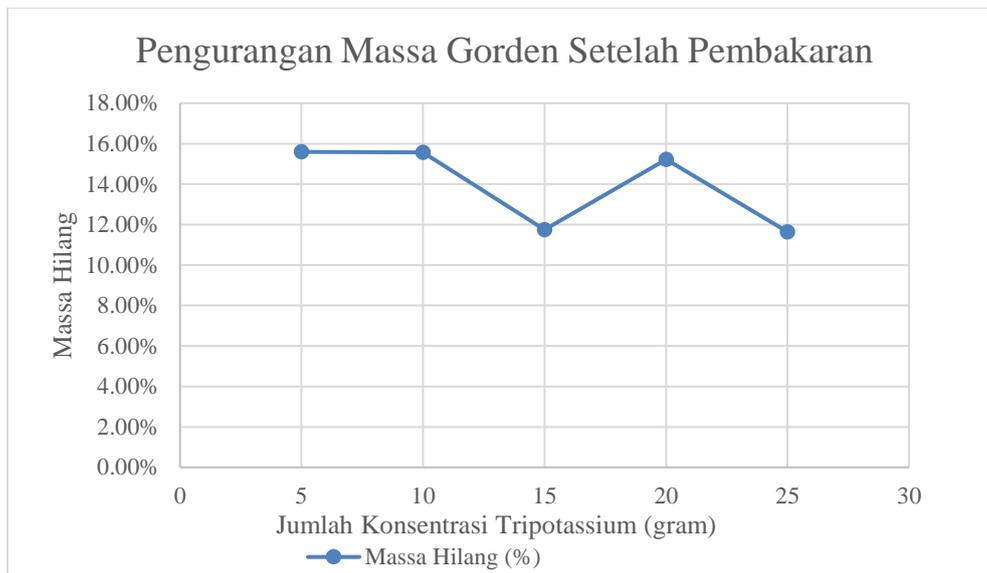
Hasil dari uji bakar untuk perendaman kain gorden pada cairan tripotassium sitrat disajikan pada tabel 4.

Tabel 4. Uji Bakar Untuk Perendaman Kain Gorden Pada Tripotassium Sitrat

| No | Jumlah Tripotassium Sitrat | Massa Setelah Perendaman (gram) | Massa Setelah Pembakaran (gram) | Massa Hilang | Luas Area Yang Terbakar | Gambar |
|----|----------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|-------------------------|--|
| 1 | 5gr | 5,13 | 4,33 | 15,59% | 23,85% |  |
| 2 | 10gr | 5,33 | 4,50 | 15,57% | 23,78% |  |
| 3 | 15gr | 5,70 | 5,03 | 11,75% | 22,09% |  |
| 4 | 20gr | 6,37 | 5,40 | 15,23% | 18,36% |  |
| 5 | 25gr | 6,87 | 6,07 | 11,64% | 17,54% |  |



Gambar 1. Luas Area Terbakar Hasil Uji Bakar Cairan Tripotassium Sitrat



Gambar 2. Pengurangan Massa Gorden Setelah Uji Bakar Cairan Tripotassium Sitrat

Tripotassium sitrat membentuk lapisan tebal seperti tepung diatas kain gorden sehingga massa dari kain gorden setelah perendaman menggunakan bahan tersebut ikut bertambah. Selain itu berdasarkan penelitian yang dilakukan, tripotassium sitrat berfungsi dalam memperlambat tahap penyalaaan api/ignition. Hal ini dipengaruhi oleh pembentukan lapisan tebal setelah perendaman. Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 1, diketahui bahwa trend menunjukkan bahwa banyaknya jumlah tripotassium sitrat yang diberikan mempengaruhi terhadap daya uji tahan pembakaran pada kain gorden. Semakin banyak tipotasium sitrat yang diberikan, maka daya tahan pembakaran juga semakin besar hal ini ditunjukkan dengan semakin kecilnya luas area yang terbakar.

Sedangkan pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa pada grafik massa hilang tidak memiliki pola yang pasti pada jumlah kuantitas perendaman, hal ini dapat disebabkan oleh berat sampel yang terlalu rendah sehingga rawan terjadinya error saat pengukuran.

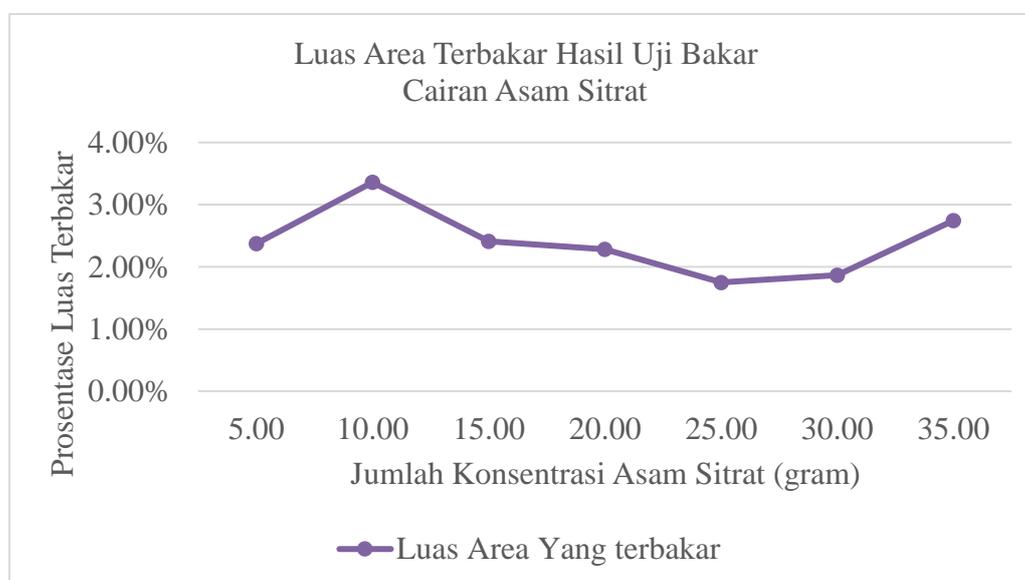
2. Perendaman Pada Cairan Asam Sitrat

Hasil dari uji bakar untuk perendaman kain gorden pada cairan asam sitrat disajikan pada tabel 5.

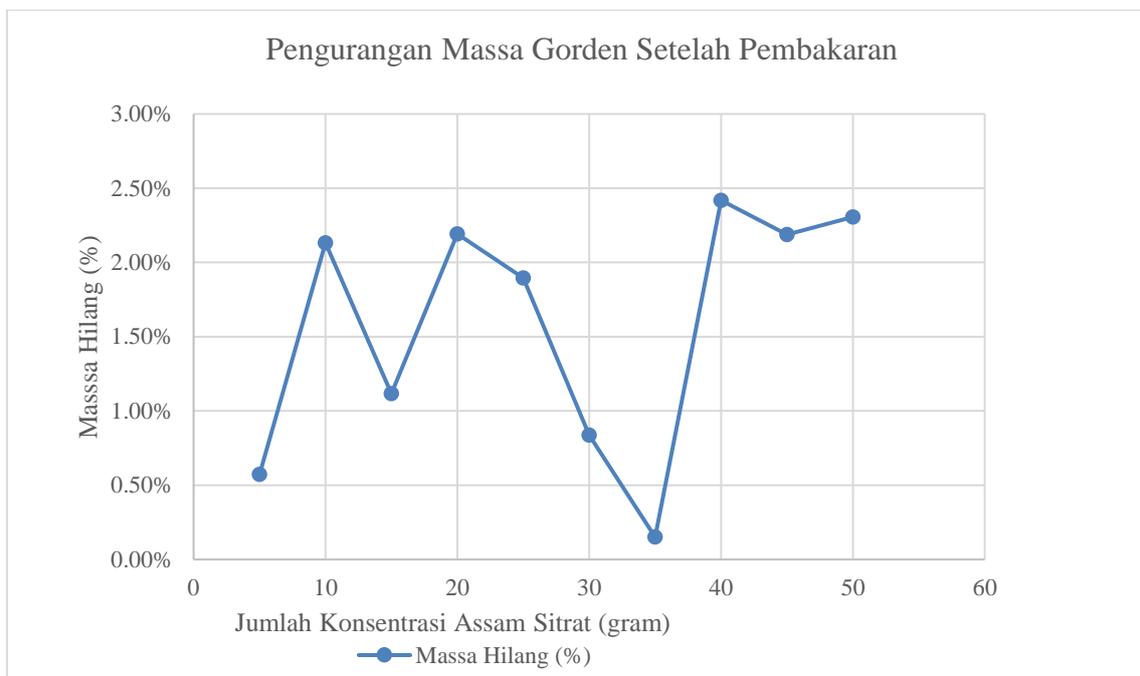
Tabel 5. Uji Bakar Untuk Perendaman Kain Gorden Pada Asam Sitrat

| No | Jumlah Asam Sitrat | Massa Setelah Perendaman (gram) | Massa Setelah Pembakaran (gram) | Massa Hilang (gram) | Luas Area Yang Terbakar | Gambar |
|----|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------|---|
| 1 | 5gr | 5,23 | 5,20 | 0,03 | 7,08% |  |
| 2 | 10gr | 6,10 | 5,97 | 0,13 | 3,34% |  |
| 3 | 15gr | 5,37 | 5,30 | 0,06 | 5,43% |  |

| No | Jumlah Asam Sitrat | Massa Setelah Perendaman (gram) | Massa Setelah Pembakaran (gram) | Massa Hilang (gram) | Luas Area Yang Terbakar | Gambar |
|----|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------|---|
| 4 | 20gr | 5,93 | 5,81 | 0,13 | 2,38% |  |
| 5 | 25gr | 6,33 | 6,22 | 0,12 | 3,36% |  |
| 6 | 30gr | 5,97 | 5,92 | 0,05 | 2,41% |  |
| 7 | 35gr | 6,63 | 6,62 | 0,01 | 2,28% |  |
| 8 | 40gr | 7,03 | 6,87 | 0,17 | 1,75% |  |
| 9 | 45gr | 7,77 | 7,60 | 0,17 | 1,87% |  |
| 10 | 50gr | 7,37 | 7,20 | 0,17 | 1,74% |  |



Gambar 3. Luas Area Terbakar Hasil Uji Bakar Cairan Asam Sitrat



Gambar 4. Pengurangan Massa Gorden Setelah Uji Bakar Cairan Asam Sitrat

Asam sitrat memiliki sifat asam yang cukup kuat, sehingga apabila suatu kain direndam menggunakan bahan ini maka kain tersebut akan menjadi kaku. Pada penelitian yang telah dilakukan ini, kain gorden memiliki lapisan tipis dan bersifat kaku akibat dari perendaman menggunakan asam sitrat. Akibat dari hal tersebut massa dari kain gorden setelah perendaman ikut bertambah walaupun tidak sebanyak menggunakan bahan tripotassium sitrat. Selain itu berdasarkan penelitian yang dilakukan, asam sitrat berfungsi dalam memperlambat tahap pertumbuhan api/growth period. Hal ini dipengaruhi oleh pembentukan lapisan asam sitrat setelah perendaman. Berdasarkan Tabel 5 dan Gambar 3, diketahui bahwa trend menunjukkan bahwa banyaknya jumlah asam sitrat yang diberikan mempengaruhi terhadap daya uji tahan pembakaran pada kain gorden. Semakin banyak asam sitrat yang diberikan, maka daya tahan pembakaran juga semakin besar hal ini ditunjukkan dengan semakin kecilnya luas area yang terbakar.

Sedangkan pada Gambar 4, dapat dilihat bahwa pada grafik massa hilang tidak memiliki pola yang pasti pada jumlah kuantitas perendaman, hal ini dapat disebabkan oleh berat sampel yang terlalu rendah sehingga rawan terjadinya error saat pengukuran.

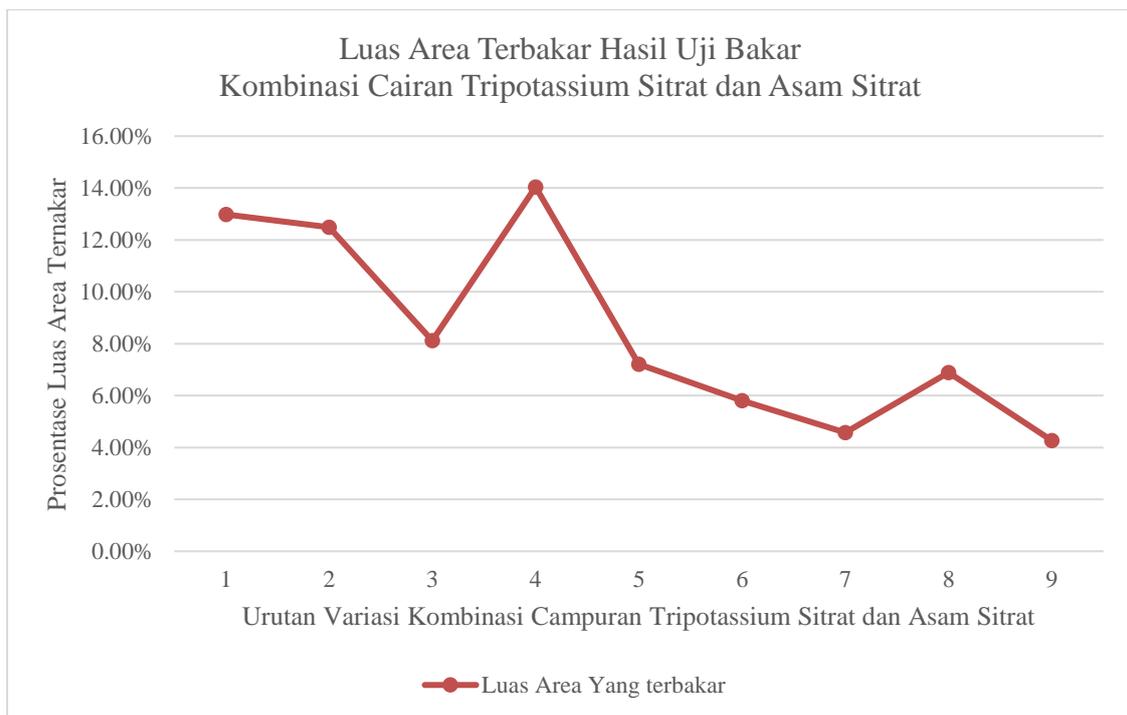
3. Perendaman Pada Kombinasi Cairan Tripotassium Sitrat dan Asam Sitrat

Hasil dari uji bakar untuk perendaman kain gorden pada kombinasi cairan tripotassium sitrat dan asam sitrat disajikan pada tabel 6.

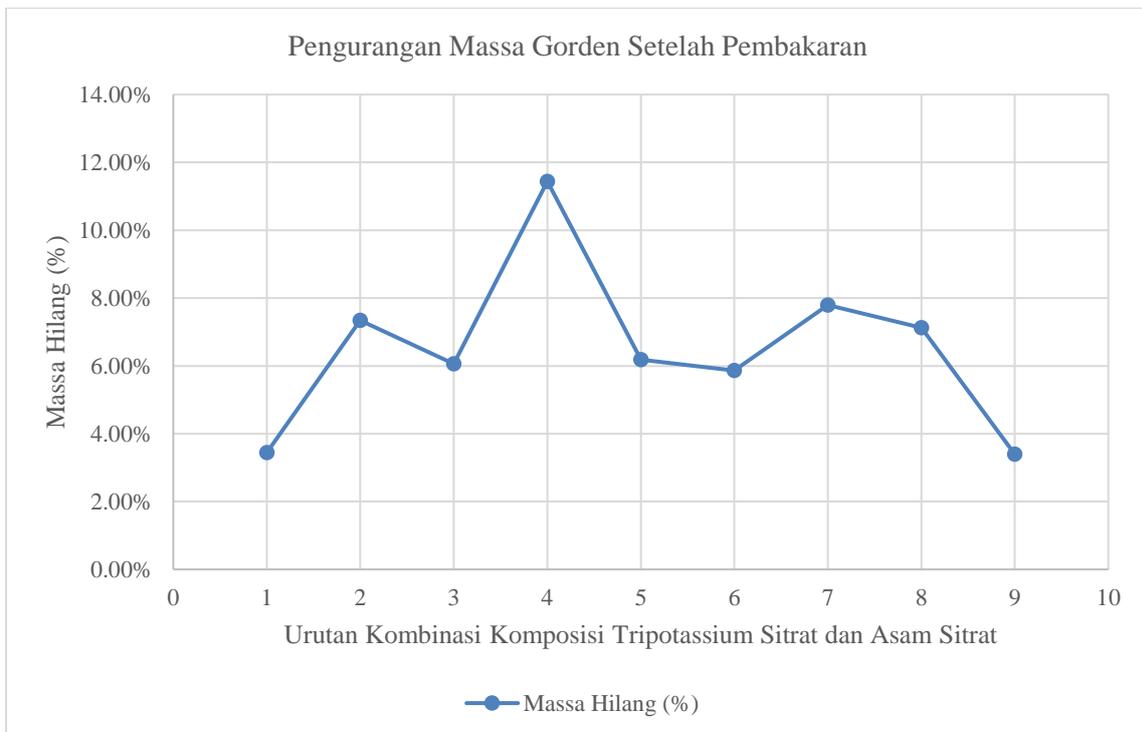
Tabel 6. Uji Bakar Untuk Perendaman Kain Gorden Pada Campuran Kombinasi Tripotassium Sitrat dan Asam Sitrat

| No | Jumlah Tripotassium Sitrat | Jumlah Asam Sitrat | Massa Setelah Perendaman (gram) | Massa Setelah Pembakaran (gram) | Massa Hilang | Luas Area Yang Terbakar | Gambar |
|----|----------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|-------------------------|---|
| 1 | 5gr | 45gr | 5,80 | 5,60 | 3.45% | 12,98% |  |
| 2 | 10gr | 40gr | 6,40 | 5,93 | 7.34% | 12,50% |  |

| No | Jumlah Tripotassium Sitrat | Jumlah Asam Sitrat | Massa Setelah Perendaman (gram) | Massa Setelah Pembakaran (gram) | Massa Hilang | Luas Area Yang Terbakar | Gambar |
|----|----------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------|-------------------------|---|
| 3 | 15gr | 35gr | 6,60 | 6,20 | 6.06% | 8,12% |  |
| 4 | 20gr | 30gr | 6,73 | 5,97 | 11.44% | 14,04% |  |
| 5 | 25gr | 25gr | 6,47 | 6,07 | 6.18% | 7,21% |  |
| 6 | 30gr | 20gr | 7,33 | 6,90 | 5.87% | 5,80% |  |
| 7 | 35gr | 15gr | 10,27 | 9,47 | 7.79% | 4,58% |  |
| 8 | 40gr | 10gr | 9,40 | 8,73 | 7.13% | 6,89% |  |
| 9 | 45gr | 5gr | 10,90 | 10,53 | 3.39% | 4,27% |  |



Gambar 5. Luas Area Terbakar Hasil Uji Bakar Kombinasi Cairan Tripotassium Sitrat dan Asam Sitrat



Gambar 6. Pengurangan Massa Gorden Setelah Uji Bakar Kombinasi Cairan Tripotassium Sitrat dan Asam Sitrat

Perendaman menggunakan campuran kombinasi antara tripotassium sitrat dengan asam sitrat menghasilkan lapisan tebal seperti tepung sekaligus tekstur kaku pada kain gorden. Akibat dari terbentuknya lapisan tersebut memberikan efek ganda dalam uji daya tahan api yaitu memperlambat tahap tahap penyalaan api/ignition dan pertumbuhan api/growth period Dengan kandungan kalium yang tinggi di kulit singkong, hal ini memungkinkan pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan pelapis untuk perambatan api. Karena kalium banyak digunakan sebagai salah satu campuran alat pemadam kebakaran yang digunakan sebagai alat pemadam api berjenis kimia basah. Sifat zat alkali pada kalium bekerja dengan menerapkan prinsip safonikasi. Safonikasi adalah sifat zat yang biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan sabun, yang berfungsi sebagai pembuat busa sabun. Dalam hal ini safonikasi ini diharapkan dapat menghilangkan sumber panas dan sumber api dengan cara pendinginan. Asam Sitrat mempunyai sifat yang sama dengan kalium karbonat, yaitu ketika dipanaskan di atas suhu 175°C , asam sitrat terurai dengan melepaskan karbon dioksida dan air. CO_2 bisa membuat laju rambat api turun lebih rendah karena molekul dari CO_2 menghambat reaksi tumbukan antara molekul hidokarbon dan molekul udara serta adanya gaya apung yang mendorong rambatan api dari bawah ke atas (Nurhadi, dkk 2017). Dengan adanya kandungan CO_2 di dalam suatu reaksi pembakaran mengakibatkan penurunan batas mampu nyala dari campuran bahan bakar baik pada campuran miskin maupun campuran kaya. Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa campuran yang menggunakan tripotassium sitrat yang lebih dominan memiliki uji daya tahan api yang lebih bagus. Hal ini dibuktikan dengan luas area yang terbakar pada masing-masing tabel memiliki nilai persentase yang kecil.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen uji daya tahan api oleh kain gorden yang telah dilakukan perendaman menggunakan campuran tripotassium sitrat dan larutan asam sitrat, maka dapat disimpulkan bahwa ke 2 bahan tersebut baik tripotassium sitrat maupun asam sitrat memiliki pengaruh dalam pembentukan lapisan pada kain gorden yang

berfungsi dalam menambah daya tahan gorden terhadap api. Tripotassium sitrat memiliki fungsi dalam memperlambat tahap penyalaan api/ignition. Hal ini dikarenakan tripotassium sitrat membentuk lapisan tebal seperti tepung diatas kain. Sedangkan asam sitrat memiliki fungsi dalam memperlambat tahap pertumbuhan api/growth period. Hal ini dikarenakan asam sitrat juga membentuk lapisan tipis serta membuat kain gorden menjadi kaku akibat sifat asam dari asam sitrat.

Daftar Pustaka

- Adil, A., Patang, P., & Sukainah, A. (2020). Sintesis Kulit Ubi Kayu (Manihot Esculenta) Sebagai Bahan Dasar Pembuatan Kemasan Biodegradable. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 6(1), 55–64.
- Akbar, F., Anita, Z., & Harahap, H. (2013). Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2(2).
- Barker, R. La, Deaton, A. S., & Ross, K. A. (2011). Heat Transmission And Thermal Energy Storage In Firefighter Turnout Suit Materials. *Fire Technology*, 47(3), 549–563.
- Basyigit, Z. O., & Kut, D. (2018). Formaldehyde-Free And Halogen-Free Flame Retardant Finishing On Cotton Fabric. *Textile and Apparel*, 28(4), 287-293.
- Ciriminna, R., Meneguzzo, F., Delisi, R., & Pagliaro, M. (2017). Citric Acid: Emerging Applications of Key Biotechnology Industrial Product. *Chemistry Central Journal*, 11, 1-9.
- Dodon, Y., & Wildian, A. T. (2017). Perancangan Sistem Pendeteksi Kebakaran Rumah Penduduk Pada Daerah Perkotaan Berbasis Mikrokontroler. *Semnas Sains dan Teknologi*.
- Horrocks, A. R., & Price, D. (2001). *Flame retardant materials*. Cambridge, England: Woodhead Publishing.
- Horrocks, A. R. (2019). Smart flame retardant textile coatings and laminates. In W. Fung & X. M. Tao (Eds.), *Smart textile coatings and laminates* (pp. 205–236). Cambridge, England: Woodhead Publishing.
- Huang, K. (2009). *Population and Building Factors That Impact Residential Fire Rates in Large U.S. Cities* (Applied Research Project, Texas State University-San Marcos).
- Liu, Y., Pan, Y., Wang, Y., Acuna, P., Zhu, P., Wagenknecht, U., & Wang, D. Y. (2016). Effect Of Phosphorus- Containing Inorganic–Organic Hybrid Coating On The Flammability Of Cotton Fabrics: Synthesis, Characterization and Flammability. *Chemical Engineering Journal*, 294, 167-175.
- Malucelli, G. (2018). Bio-Macromolecules: A New Flame Retardant Finishing Strategy For Textiles. Dalam M. Yusuf (Ed.), *Handbook Of Renewable Materials For Coloration And Finishing* (hlm. 357–386). Beverly, MA: Scrivener Publishing.
- Mohsin, M., Ahmad, S. W., Khatri, A., & Zahid, B. (2013). Performance Enhancement Of Fire Retardant Finish With Environment Friendly Bio Cross-Linker For Cotton. *Journal of Cleaner Production*, 51, 191-195.
- National Fire Protection Association. (2015). *First Revision No. 18-NFPA 921-2015: National Fire Protection Association Report*. Quincy, MA: National Fire Protection Association.
- Nurhadi. (2017). *Pengaruh Penambahan Inhibitor Co₂ Terhadap Batas Mampu Nyala Refrigeran Hidrokarbon Dengan Kandungan Propana 99,5%* (Tesis, Universitas Brawijaya, Malang).

- Putra, E. K., Pranowo, R., Sunarso, J., Indraswati, N., & Ismadji, S. (2009). Performance Of Activated Carbon And Bentonite For Adsorption Of Amoxicillin From Wastewater: Mechanisms, Isotherms And Kinetics. *Water research*, 43(9), 2419-2430.
- Putra, V. G. V., Wijayono, A., & Mohamad, J. N. (2020). Efek Modifikasi Plasma Untuk Meningkatkan Sifat Tahan Api Dari Kain Katun. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 31(1), 59-70.
- Sahabudin, M. A. S. M., & Razali, M. A. (2019). Effect of Material Composition Towards Flame Spread Behavior of Flammable Materials from Pineapple Fibre and Paper. *Fuel, Mixture Formation and Combustion Process*, 1(2).
- Selly, R., Rahmah, S., Nasution, H. I., Syahputra, R. A., & Zubir, M. (2020). Electroplating method on copper (Cu) substrate with silver (Ag) coating applied. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology*, 3(2), 38–41.
- Siregar, E. S., & Harahap, A. K. Z. (2021). Pemanfaatan Limbah Gelas Plastik menjadi Tirai Imitasi pada Siswa MDTA Riyadhoturrohman Mandailing Natal. *Jurnal Abdidas*, 2(2), 238–244.
- Wardana, D., Firmansyah, F., Meiliya, W. T., Ashari, M. L., & Radianto, D. O. (2023). Anfigo: Inovasi Anti-Fire Gorden Tripotassium Sitrato Kulit Manihot Esculenta Dan Buah Citrus SP Sebagai Active Dan Passive Fire Protection. *Journal of Student Research*, 1(3), 175-185.
- Zhang, X., Xia, Y., Yan, X., & Shi, M. (2018). Efficient Suppression Of Flammability In Flame Retardant Viscose Fiber Through Incorporating With Alginate Fiber. *Materials Letters*, 215, 106–109.