

CHROMALUXE: INOVASI PAKAIAN PINTAR TEKNOLOGI RESPONSIF TERHADAP SINAR UV DAN SUHU TINGGI UNTUK PERLINDUNGAN OPTIMAL

**Rebecca Jesisca Mol¹, Aulia Triana Devi², Amalia Novita Putri Winarno³,
Amilia Wardah Allaudina⁴, Fitria Jazilah Lahfah⁵, Mia Andiarini⁶,
Rahmat Slamet Adi Widodo⁷, Siska Romadona⁸**
Universitas Negeri Malang, Malang, Indonesia
E-mail: rebecca.jesisca.2303126@students.um.ac.id

Abstract (English)

Smart clothing innovations that are responsive to UV rays and high temperatures, with a focus on optimal protection from exposure to ultraviolet rays and extreme temperatures. The garment is designed by combining a UV protective fabric with a colorimetric sensor that is responsive to UV rays and temperature, which allows for real-time monitoring of the environment without external power. The method used in compiling this is a literature study approach. The goal is to create smart clothing innovations that can protect users from UV rays and high temperatures. The main challenges faced are complex production processes and the potential for skin sensitivity, but these innovations provide a functional and environmentally friendly fashion solution.

Article History

*Submitted: 22 November 2024
Accepted: 25 November 2024
Published: 2 Desember 2024*

Key Words

smart clothing, UV light, high temperature, optimal protection, colorimetric sensor.

Abstrak (Indonesia)

Inovasi pakaian pintar yang responsif terhadap sinar UV dan suhu tinggi, dengan fokus pada perlindungan optimal dari paparan sinar ultraviolet dan suhu ekstrem. Pakaian ini dirancang dengan menggabungkan kain pelindung UV dengan sensor kolorimetri yang responsif terhadap sinar UV dan suhu, yang memungkinkan pemantauan lingkungan secara real-time tanpa daya eksternal. Metode yang digunakan dalam menyusun ini dengan pendekatan studi literatur. Tujuannya untuk membuat inovasi pakaian pintar yang dapat melindungi pengguna dari sinar UV dan suhu tinggi. Tantangan utama yang dihadapi proses produksi yang kompleks dan potensi sensitivitas kulit, namun inovasi ini memberikan solusi mode yang fungsional dan ramah lingkungan.

Sejarah Artikel

*Submitted: 22 November 2024
Accepted: 25 November 2024
Published: 2 Desember 2024*

Kata Kunci

pakaian pintar, sinar UV, suhu tinggi, perlindungan optimal, sensor kolorimetri.

PENDAHULUAN

Seiring dengan berkembangnya teknologi, industri fashion mengalami transformasi signifikan melalui inovasi yang mengintegrasikan teknologi canggih ke dalam produk sehari-hari. Salah satu terobosan terbaru adalah pakaian pintar, yang dirancang untuk memberikan perlindungan optimal terhadap paparan sinar ultraviolet (UV) dan suhu tinggi. Paparan sinar UV yang berlebihan dan peningkatan suhu akibat perubahan iklim global telah menjadi perhatian serius bagi kesehatan manusia, terutama dalam mencegah risiko kanker kulit dan gangguan kesehatan lainnya. Oleh karena itu, kebutuhan akan pakaian yang tidak hanya fungsional, tetapi juga mampu merespons kondisi lingkungan secara cerdas, menjadi semakin penting.

Pakaian pintar dengan teknologi responsif terhadap sinar UV dan suhu tinggi menghadirkan solusi inovatif. Teknologi ini memungkinkan pakaian untuk secara otomatis menyesuaikan diri dengan tingkat paparan sinar matahari dan perubahan suhu, memberikan perlindungan yang lebih efektif dan nyaman bagi penggunanya. Dengan memanfaatkan bahan dan sensor canggih, pakaian pintar ini mampu mendeteksi dan merespons perubahan lingkungan, seperti meningkatkan perlindungan UV saat terpapar sinar matahari atau mendinginkan tubuh ketika suhu udara meningkat. Inovasi ini tidak hanya meningkatkan kualitas hidup, tetapi juga menjadi langkah maju dalam menjaga kesehatan di tengah kondisi cuaca yang semakin ekstrim.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode pendekatan studi literatur dengan berbagai sumber jurnal ilmiah. Data yang dianalisis diperoleh dari jurnal-jurnal terkini yang dipublikasikan dalam bidang kimia, tekstil dan desain. Proses pengumpulan data dilakukan dengan memilih dan menganalisis artikel yang dipublikasi dalam 5 tahun terakhir. Pada tahap ini digunakan untuk pemilihan bahan dan sensor yang dapat tahan dan bekerja dengan sinar UV. Hasil dari analisis ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam pengembangan desain pakaian pintar teknologi responsif. Kemudian dilakukan uji kualitatif dengan proses group diskusi dan wawancara yang mendalam untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam penelitian ini dengan mempertimbangkan kebutuhan masyarakat saat ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Inovasi Pakaian pintar yang responsif terhadap UV ini dirancang dengan menggabungkan kain tahan UV dengan sensor kolorimetri yang dapat berubah warna saat terpapar sinar UV dan panas. Bahan utama yang digunakan dapat berupa kain katun atau sutra yang telah diwarnai dengan pewarna yang sudah diuji efektivitasnya terhadap paparan sinar UV. Sutra yang diwarnai dengan campuran phycocyanin (PC) dan genipin (GNP) secara khusus memberikan perlindungan UV yang baik dengan warna yang dihasilkan mampu bertahan lama dan stabil. Percampuran ini memberikan warna biru dengan nilai UPF tinggi hampir 39 dan dapat membersihkan 70% radikal bebas dalam waktu 60 menit. Untuk kain katun sendiri, diwarnai pewarna pirimidin-antrakuinon. Pewarna ini memastikan ketahanan warna yang kuat terhadap pencucian, gesekan, dan keringat sekaligus menawarkan perlindungan UV yang signifikan. Selain untuk melindungi dari paparan sinar UV, katun yang diwarnai dengan pirimidin-antrakuinon juga menunjukkan sifat antibakteri yang kuat, dan sudah diverifikasi oleh pengujian eksperimental.

Sensor kolorimetri adalah sensor yang dapat mendeteksi suhu dan intensitas ultraviolet yang terdapat pada lingkungan sekitar. Sensor ini dibuat dari serat termokromik dan UV-fotokromik yang berubah warna sebagai respons terhadap perubahan lingkungan sekitar. Serat termokromik menunjukkan perubahan warna dari biru-hijau ke putih pada suhu yang lebih tinggi sekitar 29-37°C, sedangkan serat UV-fotokromik berubah dari putih menjadi ungu di bawah intensitas UV dalam kisaran 0,5-2,5 mW. Sensor ini distabilkan pada serat spandeks elastis menggunakan polydimethylsiloxane (PDMS), memastikan bahwa elemen kolorimetri tetap aman dan responsif bahkan ketika diregangkan berulang kali atau terkena keringat dan bahan pencuci.



Gambar 1. Desain Rancangan Pakaian Pintar

Inovasi ini mengintegrasikan kain pelindung UV yang terbuat dari kain katun atau kain sutra yang sudah diwarnai pewarna pelindung sinar UV dengan sensor kolorimetri. Sensor ini dapat ditempatkan pada pola desain pakaian dengan cara ditenun atau dijahit, sehingga apabila sensor terkena suhu panas dan sinar UV akan mengalami perubahan warna yang dapat

membuat pola tersebut menyala. Inovasi ini membawa kemajuan penting dalam pakaian pintar yang responsif terhadap suhu dan UV. Untuk model jaket dan pakaian olahraga lainnya bisa menggabungkan kain pelindung UV pada lapisan dalam kain dan pada lapisan luar menggunakan kain waterproof seperti pada gambar 1. Pakaian pintar ini tidak hanya memberikan perlindungan UV yang efektif, tetapi juga berfungsi sebagai alat visual dan mode untuk mendeteksi perubahan suhu di lingkungan. Desain yang disematkan dengan sensor kolorimetri dapat bervariasi bentuk seperti pola geometris, abstrak, ikon, atau teks yang dijahit atau ditenun, sehingga dapat memberikan sinyal secara visual ketika kondisi lingkungan sekitar berubah.

Inovasi pakaian pintar ini menawarkan peluang signifikan dalam mode fungsional, terutama untuk sektor kesehatan dan keselamatan. Hal ini dapat terjadi karena pakaian pintar pelindung UV dilengkapi dengan sensor kolorimetri yang memungkinkan seseorang dapat mendeteksi adanya sinar UV dan perubahan suhu pada lingkungan sekitar tanpa memerlukan daya eksternal, sehingga menjadikannya solusi ramah lingkungan dengan manfaat kesehatan. Kombinasi ini dapat memperluas cakupan desain tekstil, dan menawarkan aplikasi di berbagai bidang, termasuk pakaian sehari-hari, perlengkapan olahraga dengan desain yang unik dan bisa ditempatkan dalam desain jaket atau bahan waterproof lainnya.

Inovasi pakaian pintar pelindung dari sinar UV ini memberikan beberapa keuntungan besar. Salah satunya adalah kain yang dibuat sudah tahan terhadap sinar UV, ketahanan ini dapat membantu seseorang khususnya yang memiliki masalah pada kesehatan kulit atau sensitif pada suhu tinggi. Pewarna yang dipakai dalam pakaian pintar ini dapat memastikan ketahanan yang tinggi terhadap pencucian, gesekan, keringat dan anti kotor. Selain itu, pada kain katun yang diwarnai dengan pewarna pirimidin-antrakuinon dapat menunjukkan sifat antibakteri yang signifikan, hal ini didukung oleh hasil eksperimen yang menunjukkan bahwa pewarna dari pirimidin-antrakuinon dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Sehingga pakaian ini dapat dipakai oleh berbagai kalangan khususnya orang-orang yang sering terpapar sinar matahari atau bekerja diluar ruangan. Selain itu, Sensor kolorimetri yang ditempatkan pada pola desain ini memungkinkan pemantauan lingkungan secara real time melalui perubahan warna yang terlihat sebagai respons terhadap suhu dan pergeseran intensitas UV. PDMS, sebagai bahan pengikat, meningkatkan stabilitas dan daya tahan sensor, bahkan di bawah peregang berulang dan paparan keringat. Manfaat lainnya dari inovasi ini adalah pakaian beroperasi tanpa sumber daya eksternal, sehingga memungkinkan dalam mendeteksi perubahan lingkungan secara berkelanjutan.

Namun, ada beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan dalam rancangan inovasi ini. Seperti metode produksi untuk kain pelindung UV dengan sensor kolorimetri terintegrasi memerlukan proses yang kompleks, sehingga dapat berpotensi meningkatkan biaya produksi dan dapat menimbulkan tantangan untuk implementasi dalam skala besar. Selain itu, efektivitas kinerja sensor kolorimetri, yang bergantung pada suhu dan intensitas UV, dapat berkurang dalam kondisi ekstrem dan jika digunakan secara terus menerus dapat berpotensi memengaruhi akurasi pemantauan. Daya tahan sensor juga dapat menurun seiring dengan penggunaannya, meskipun dirancang untuk menahan peregang dan pencucian. Penggunaan bahan kimia, seperti PDMS dan pewarna sintetis yang terdapat pada bahan katun, juga dapat menimbulkan risiko alergi bagi individu dengan kulit sensitif, sehingga inovasi ini diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan penggunaan yang aman di berbagai situasi.

SIMPULAN

Inovasi pakaian pintar yang responsif terhadap sinar UV dan suhu tinggi sangat besar dalam memberikan perlindungan optimal terhadap paparan sinar ultraviolet dan suhu ekstrem. Inovasi ini mengintegrasikan pewarna alami dan sensor warna yang responsif terhadap suhu dan UV, pakaian ini menawarkan perlindungan dan kenyamanan yang berkelanjutan. Kainnya

stabil, tahan lama, dan mengandung sifat antibakteri pada katun, menambah manfaat kesehatan bagi pengguna.

Namun, meskipun inovasi ini menawarkan berbagai keunggulan, tantangan yang dihadapi dalam proses pengembangannya tetap signifikan. Memproduksi kain dengan teknologi ini melibatkan proses yang lebih kompleks dan mahal, dan efektivitas sensor dapat menurun dalam kondisi lingkungan yang ekstrem. Selain itu, bahan seperti PDMS dapat menyebabkan iritasi bagi mereka yang memiliki kulit sensitif. Secara keseluruhan, terlepas dari rintangan ini, penelitian lebih lanjut dan pengembangan teknologi yang lebih efisien diperlukan untuk mengatasi tantangan ini dan memaksimalkan potensi pakaian pintar dalam memenuhi kebutuhan pengguna.

DAFTAR RUJUKAN

- Júnior, H. L. O., Neves, R. M., Monticeli, F. M., & Dall Agnol, L. (2022). Smart Fabric Textiles: Recent Advances and Challenges. *Textiles*, 2(4),582–605. <https://doi.org/10.3390/textiles2040034>
- Kamboj, A., Medha, K., Gupta, V., & Jose, S. (2024). Ultraviolet protection of textiles with herbal dyes: A contemporary review. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 41(April), 101689. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2024.101689>
- Maqsood, M., Shafiq, N., & Hussain, M. T. (2024). Novel pyrimidine-anthraquinone dyes: Design, synthesis, textile applications & their computational SAR analysis. *Journal of Molecular Structure*, 1321(P4), 140096. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.140096>
- Wu, M., Zhou, Y., & Tang, R. C. (2023). Bridging phycocyanin onto silk by genipin towards durable colouristic, antioxidant and UV protective properties: A sustainable strategy for fully bio-based textile. *Chemical Engineering Journal*, 477(October), 146808. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.146808>
- Yang, J., & Ju, S. (2022). Washable and stretchable fiber with heat and ultraviolet color conversion. *RSC Advances*, 12(35), 22351–22359. <https://doi.org/10.1039/d2ra03948f>