Kementerian Perindustrian
REPUBLIK INDONESIA
ATK POLITEKNIK KULIT, KARET, & PLASTIK
ATK YOGYAKARTA
Zona Integritas
POLITEKNIK ATK Yogyakarta Menuju WBK dan WBBM

VOL. 24
EDISI
1



BERKALA PENELITIAN
TEKNOLOGI KULIT,KARET DAN PLASTIK

1411-7703 **ISSN**
2964-2442 **E-ISSN**

2025

FOCUS AND SCOPE

- Arts
- Chemical Engineering, Chemistry and Bioengineering
- Engineering
- Industrial and Manufacturing Engineering
- Social Science

Diterbitkan oleh :
POLITEKNIK ATK
YOGYAKARTA

GARUDA GARBA RUJUKAN DIGITAL
Crossref
doi
OJS OPEN JOURNAL SYSTEMS
Google Scholar

ATeKA Adaptif inTegritas Kolaboratif Amanah

BERKALA PENELITIAN
TEKNOLOGI KULIT, KARET & PLASTIK

Email :
majalah@atk.ac.id

ARTICLES

VISUAL COMPARISON OF VEGETABLE TANNED GOAT SKIN ON THE EXPERIMENTAL RESULTS OF THE FOLTIC METHOD AND THE HYDRO DIP METHOD 1

APPLICATION OF HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL (HIRARC) METHOD FOR RISK MANAGEMENT IN BEAM HOUSE OPERATION PRACTICUM 8

SUBSTITUTION OF ACID AND REACTIVE DYESTUFF MATERIALS IN THE WET BLUE SHEEP SKIN DYEING METHOD FOR NAPA LEATHER AND SUEDE GARMENTS ON WATER WASHING RESISTANCE AS A LABORATORY MANAGEMENT EFFORTS 22

IMPLEMENTATION OF QUICK RESPONSE (QR) CODE ON SAFETY DATA SHEETS (SDS) OF CHEMICALS TO IMPROVE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN EDUCATIONAL LABORATORIES 29

DESIGN OF LABORATORY CHEMICAL INVENTORY MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM AT POLITEKNIK XYZ 41

UTILIZATION OF LEATHER WASTE FROM PRACTICUM ACTIVITIES IN THE PRODUCTION OF BUCKET HATS 55

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

VISUAL COMPARISON OF VEGETABLE TANNED GOAT SKIN ON THE EXPERIMENTAL RESULTS OF THE FOLTIC METHOD AND THE HYDRO DIP METHOD

PERBANDINGAN VISUAL KULIT KAMBING SAMAK NABATI PADA HASIL EKSPERIMEN *METODE FOLTIK DAN METODE HYDRO DIP*

Tutik Maryati [1]*, Titik Anggraini [1], Swatika Juhana[1] dan Sri Suryanti [1]

[1] Jurusan Teknologi Pengolahan Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: tutikmaryati@atk.ac.id

Abstract:
This study was conducted to compare the visual results of vegetable goat skin using the foltic method and the hydro dip method. 3 sheets of vegetable goat skin were used in this experiment. Vegetable goat skin was divided into 3 treatments. Each 1 sheet for the experiment. The first vegetable goat skin was not treated as a comparison of the initial skin. The second vegetable goat skin used the foltic method and the third goat skin used the hydro dip method. The treated vegetable goat skin was then visually compared with undyed goat skin, vegetable goat skin using the foltic method, and the hydro dip method. The color results include color clarity, beauty and uniqueness of color. The results of the method study showed that vegetable goat skin before treatment was brown, plain and plural. Vegetable goat skin in the foltic treatment produced clear, bright colors, regular and unique motifs. Furthermore, vegetable goat skin with the hydro dip method visually produced opaque, unclear, faint, abstract colors, and the water media was not measurable. Water-based dyes used in hydro dip are easily mixed with water media so that the color pigments are spread and reduced in intensity, resulting in colors that appear faded, blurry and less clear. In the foltic method, appropriate dyes and a controlled application process are usually used so that the color can penetrate and blend with the skin. Conclusion, the hydro dip method and the foltic method can be applied to vegetable goat skin.
Keywords: Vegetable Goat Skin, Foltic Method, Hydro Dip Method

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Intisari:
Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan hasil visual kulit kambing nabati dengan menggunakan metode *foltik* dan metode *hydro dip*. Kulit kambing nabati sebanyak 3 lembar digunakan dalam ekperimen ini. Kulit kambing nabati dibagi menjadi 3 perlakuan. Masing-masing 1 lembar untuk eksperimen. Kulit kambing nabati pertama tidak dilakukan perlakuan sebagai pembanding kulit awal. Kulit kambing nabati kedua menggunakan metode foltik dan kulit kambing ketiga menggunakan metode *hydro dip*. Kulit kambing nabati yang sudah dilakukan perlakuan kemudian dibandingkan secara visual dengan kulit kambing yang tidak diwaran, kulit kambing nabati metode foltik, metode *hydro dip*. Pengamatan hasil warnanya meliputi kejelasan warna, keindahan dan keunikan warna. Hasil penelitian metode menunjukkan bahwa kulit *crust* kambing nabati sebelum dilakukan perlakuan berwarna coklat, polos dan plural. Kulit kambing nabati pada perlakuan *foltik* menghasilkan warna jelas, terang, motif teratur dan unik. Selanjutnya kulit kambing nabati dengan perlakuan metode *hydro dip* secara visual menghasilkan warna buram, tidak jelas, samar, warna abstrak, tidak terukur media airnya. Pigmen berbasis air yang digunakan dalam *hydro dip* adalah cair kental / *liquid* dan mudah bercampur dengan media air sehingga pigmen warnanya menjadi tersebar dan berkurang intensitasnya sehingga menghasilkan warna yang tampak memudar, buram dan kurang jelas. Pada metode *foltik* menggunakan serbuk pewarna kulit (*acid dyestuff*) yang sesuai dan proses aplikasi yang terkontrol sehingga warna dapat menembus dan menyatu dengan kulit. Simpulan, metode *hydro dip* dan metode *foltik* dapat diaplikasikan pada kulit kambing nabati.
Kata kunci: Kulit Kambing Nabati, Metode *Foltik*, Metode *Hydro Dip*

Pendahuluan

Kulit kambing adalah salah satu bahan baku yang banyak digunakan dalam industri kulit melalui teknologi proses penyamakan. Proses Penyamakan kulit kambing dapat dilakukan dengan menggunakan bahan penyamak nabati. Bahan penyamak nabati secara luas digunakan untuk proses penyamakan ulang pada produksi kulit upper leather dari kulit sapi, kambing, dan domba [1]. Penyamakan nabati sudah dilakukan sejak zaman pra-sejarah. Orang primitif sebagian besar dunia dari semua umur pada masa lalu dengan mengembangkan sistem penyamakan nabati menggunakan material yang tersedia di sekitar tempat tinggal. Kulit samak nabati biasanya dipergunakan untuk sol sepatu/lapisan bawah sepatu, sampul buku, tutup sarung pistol, dan produk yang membutuhkan sifat tahan lama dan tahan air. Warna yang diciptakan dari samak nabati mulai dari kuning cerah, krem, dan cokelat muda, memberikan efek hitam kebiruan ketika kena setrika, dan tahan perubahan pH. Pada proses penyamakan nabati /tumbuhan/ *vegetable tan* yang berasal dari tumbuhan mimosa, quebracho, chesnut, gambir akan menghasilkan karakter kulit berwarna kecoklatan, padat,

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

kaku dan keras. Hasil kulit samak yang berasal dari tumbuhan /*vegetable tan* dikenal dengan kulit samak nabati/*vegetable leather* [2].

Kulit kambing nabati merupakan bahan kulit yang diproses secara alami tanpa menggunakan bahan kimia berbahaya yang berasal dari tumbuhan/ *vegetable tan* sehingga ramah lingkungan dan memiliki nilai estetika tinggi. Pewarnaan pada kulit nabati menjadi aspek penting dalam meningkatkan nilai visual dan daya tarik produk kulit, terutama dalam industri kulit untuk produk fashion, aksesoris dan *furniture.* Kulit kambing nabati memiliki penampilan natural, warna polos dan bau yang khas nabati. Berbagai metode pewarnaan telah dikembangkan untuk menghasilkan tampilan warna yang unik dan menarik, di antaranya metode *foltik* dan metode hydro *dip.*

Metode *hydro dip* dikenal sebagai metode pencelupan dengan media air yang menghasilkan pola warna abstrak dan dinamis pada permukaan kulit. Metode ini memungkinkan pewarna menempel secara tidak merata sehingga menciptakan efek visual yang khas dan berbeda dari metode pewarnaan konvensional. Namun, penggunaan cat berbasis air pada metode ini dapat menyebabkan warna mudah memudar, sedangkan cat akrilik memberikan warna yang lebih kuat tetapi berisiko mengelupas karena tidak meresap sempurna ke pori-pori kulit. Penggunaan metode pewarnaan hydro dip pada kulit samak nabati dapat memberi tampilan visual yang unik dan menambah daya estetika dari produk aksesoris fesyen [3].

Sementara itu, metode foltik merupakan metode pewarnaan yang relatif baru dan belum banyak didokumentasikan secara luas, terutama dalam aplikasi pada kulit kambing nabati. Metode ini diduga menghasilkan pola warna yang lebih terstruktur dan terkontrol dibandingkan hydro dip, sehingga dapat memberikan karakter visual yang berbeda dan spesifik pada produk kulit. Metode foltik penting dikembangkan untuk meningkatkan performa dan meningkatkan kualitas kulit nabati dengan beraneka warna yang unik [4]. Penelitian ini penting dilakukan untuk mengidentifikasi dan membandingkan karakteristik visual yang dihasilkan oleh kedua metode pewarnaan tersebut pada kulit kambing nabati. Selain itu, perbandingan ini juga dapat memberikan wawasan tentang kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dalam konteks estetika, ketahanan warna, serta potensi aplikasinya dalam industri kulit yang semakin mengedepankan aspek keberlanjutan dan kreativitas desain.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Bahan utama penelitian adalah 3 lembar kulit kambing nabati warna coklat polos. Bahan pewarna merah, biru, hijau, kuning dan air. Kebutuhan pewarna kulit masing-masing 1 gram. Air sebanyak 50 ml. Alat yang digunakan pipet tetes, timbangan, paku, papan triplek 30x30 cm, palu, gelas timbang, papan pentang.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Metode

Metode foltik kulit kambing nabati

Tahap persiapan; Kulit nabati dibasahkan dengan cara kulit direndam dengan air sampai basah, kemudian ditiriskan. Timbang 1 gram *dyestuff* warna merah, 1 gram warna hijau, 1 gram warna kuning, masing-masing diencerken dengan 50 ml liter air.

Tahap foltik; Papan triplek yang sudah disiapkan kemudian di pasang paku. Selanjutnya kulit nabati yang sudah ditiriskan tersebut ditaruh pada papan yang terpasang paku, kemudian kulit ditekan ke depan ke arah paku dan bagian tepi kulit itu dipasang paku sampai penuh. Selanjutnya tekan kulit dengan gagang palu agar lipatan rata. Kemudian kulit ditetesi warna tersebut dengan pipet tetes secara bergantian sampai warna penuh pada lobang lipatan kulit. Kemudian didiamkan selama 15 menit. Kemudian dibuka, dibentangkan dan dipentang sampai kering.

Metode Hydro dip kulit kambing nabati

Mencampurkan pigmen warna ke dalam wadah yang berisi air, diaduk hingga homogen, kemudian mencelupkan lembaran kulit ke dalam wadah yang sudah dicampur dengan pewarna. Setelah kulit direndam beberapa saat, angkat dan keringkan kulit.

Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Proses Eksperimen Pewarnaan *Crust Leather* Kambing Nabati

No	Hasil Eksperimen	Keterangan
1	 Kulit kambing nabati	Eksperimen warna *crust* nabati kambing menggunakan pewarna yang berasal dari warna bahan penyamakan tumbuhan yaitu mimosa, 25 % mimosa dari berat kulit menghasilkan warna coklat, polos. Kulit *crust* kambing nabati adalah kulit yang sudah dilakukan proses penyamakan dan peminyakan yang dapat digunakan untuk bahan tas, dompet, aksesories dan lain-lain.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

No	Hasil Eksperimen	Keterangan
2	 Metode foltik	Eksperimen metode *foltik* digunakan serbuk pewarna kulit (*acid dyestuff)* yang larut air sebanyak 1 gram dan air dengan perbandingan 1:3. *Acid dyestuff* adalah bahan pewarna dasar yang hersitat anionik industri penyamakan kulit Kulit *crust* nabati dibasahi, kemudian dilipat/diwiru yang selanjutnya ditetesi *acid dyestuff*. Hasil warna visual jelas, unik dan tidak pudar pada kulit *crust* nabati kambing
3	 Metode hydro dip	Eksperimen metode *hydro dip* menggunakan pigmen /cat berbasis air (*water base*). Pigmen /cat warna yang digunakan berbentuk liquid dan cair. Pigmen dimasukkan dalam air, selanjutnya kulit di celupkan kedalam larutan warna tersebut. Hasil kulit crust nabati kambing yang diwaran dengan metode *hydro dip* adalah tampilan visual perpaduan warna yang abstrak dan dinamis dan pudar.

Sumber: Eksperimen data pribadi

Hasil eksperimen kulit kambing nabati dapat dilihat pada Tabel 1 merupakan kulit kambing nabati tanpa perlakuan. Warna polos, kecoklatan. Karakter kulit ini mudah kotor apabila terkena logam. Warna kulit nabati bila terkena logam muncul bitnik hitam yang menjadi defek dan menurunkan kualitas kulit. Defek ini disebabkan oleh defek iron stain. Defek ini muncul karena adanya pengaruh dari aksi mekanik dan kimia pada saat pembuatan kulit samak nabati pengaruh dari faktor biologi, kimia maupun fisik saat penyimpanan. Defek *iron stain* muncul karena kulit mengandung tannin terutama senyawa polifenol yang sangat reaktif dengan besi dan membentuk ikatan kompleks, yang ditandai dengan warna hijau kebiruan yang menandakan terbentuknya senyawa kompleks antara tanin dan Fe^{3+} [5]. Kualitas kulit samak nabati yang bagus adalah yang tidak memiliki cacat (defek), atau sedikit jumlah defek yang ditemukan pada area penting kulit samak. Oleh karena itu, defek logam besi merupakan suatu hal yang dihindari untuk kulit samak nabati.

Kulit foltik hasil eksperimen pada Tabel 1 secara visual tercipta warna yang jelas, motif unik, teratur. Pewarna yang digunakan dalam metode foltik umumnya menggunakan pewarna kulit dengan hasil warna yang elegant, yang lebih praktis dan relative mudah penggunaannya

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

[6]. Metode foltik pada kulit nabati eksperimen 2 dilakukan dengan cara kulit dilipat-lipat dan ditetesi dengan bermacam warna, kemudian dibentangkan dan dikeringkan sehingga muncul kulit warna unik. Kulit foltik */foltik leather* adalah kulit jadi yang pewarnaannya dengan cara dilipat-lipat dan diwarnai dengan bermacam warna [7].

Metode foltik menghasilkan warna yang jelas pada kulit kambing nabati karena proses pewarnaan ini memungkinkan penetrasi pewarna yang baik ke dalam serat kulit yang telah disamak secara nabati. Kulit kambing nabati yang disamak dengan tanin alami memiliki struktur serat kolagen yang terbuka dan stabil, sehingga pewarna dapat berikatan secara efektif dengan protein kulit melalui ikatan hidrogen dan ikatan lainnya. Hal ini membuat warna menempel kuat dan merata, menghasilkan warna yang tajam dan jelas pada permukaan kulit. Selain itu, metode foltik biasanya menggunakan pewarna yang sesuai dan proses aplikasi yang terkontrol sehingga warna dapat menembus dan menyatu dengan kulit, bukan hanya menempel di permukaan. Ini berbeda dengan metode pewarnaan yang hanya melapisi permukaan kulit, sehingga warna foltik lebih tahan lama dan tampak lebih hidup pada kulit kambing nabati. Pada metode foltik biasanya menggunakan serbuk pewarna kulit (*acid dyestuff*) yang sesuai dan proses aplikasi yang terkontrol sehingga warna dapat menembus dan menyatu dengan kulit. Media warna secara langsung diteteskan ke kulit *crust* kambing nabati. Kombinasi struktur kulit nabati yang mendukung penetrasi pewarna dan metode aplikasi foltik yang tepat menghasilkan warna yang jelas dan tajam pada kulit kambing nabati [8].

Metode *hydro dip* pada eksperiemen 3 menghasilkan warna visual yang lemah, pudar, warna kurang jelas dan motif abstrak. Hal ini disebabkan tidak ada keterukuran pola warna saat menuangkan pewarna ke dalam wadah air, sehingga hasil visual yang ditampilkan dapat berbeda-beda dan abstrak. Warna yang dihasilkan memudar karena zat pewarna mudah bercampur dengan air, sehingga pigmen warnanya berkurang. Pigmen/cat warna berbasis air yang digunakan dalam *hydro dip* mudah bercampur dengan media air sehingga pigmen warnanya menjadi tersebar dan berkurang intensitasnya sehingga menghasilkan warna yang tampak memudar, buram dan kurang jelas. Hal ini karena kulit kambing samak nabati memiliki permukaan yang keras dan kaku serta pori-pori yang berbeda sehingga pigmen warna pada metode *hydro dip* sulit meresap secara merata ke dalam pori-pori kulit. Hal ini menyebabkan warna tidak menempel dengan kuat dan tampak kurang jelas. Kombinasi sifat fisik kulit kambing nabati yang keras dan berpori, serta karakter pewarna yang digunakan metode *hydro dip* dengan menggunakan media air, menyebabkan hasil warna menjadi buram, samar, dan kurang jelas.

Kesimpulan

Metode *hydro dip* menghasilkan warna visual yang buram, kurang jelas, pudar, samar dan pola warna abstrak pada kulit kambing nabati, sementara metode foltik menghasilkan warna jelas, tajam, warna hidup, terang, unik dan pola warna teratur pada kulit kambing nabati. Metode *hydro dip* dan metode foltik dapat diaplikasikan pada kulit kambing nabati.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Ucapan terima kasih
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Instansi Politeknik ATK Yogyakarta yang telah memfasilitasi terlaksannya eksperimen ini.

Daftar Pustaka

[1] H. S. Waskito, C. M. H. Purwanti, P. and D. Ningsih, "Pembuatan Bahan Penyamak Nano Nabati Dan Aplikasinya Dalam Penyamakan Kulit," *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik,* vol. 31, no. 1, pp. 15-22, 2015.

[2] S. Triatmojo and M. Z. Abidin, *Penyamakan Kulit Ramah Lingkungan*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2014.

[3] R. Ilafi and C. Anam, "Eksplorasi Kulit Samak Nabati Menggunakan Metode Hydro Dip Untuk Produk Aksesoris Fesyen," Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur, ISSN (print)*:* 2715-4513 FTSP ITATS, ISSN (online): 2715-4599, 2019.

[4] T. Maryati, "Foltic Methode To Improving The Performance Of Vegetable Skin," Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu, Dan Produk Kulit Politeknik ATK Yogyakarta, Vol. 23, Edisi 2, p-ISSN: 1411-7703, 2024.

[5] Ergina, S. Nuryanti, dan I.D. Pursitasari, "Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (Agaveangustifolia) Yang Diekstraksi Dengan Pelarut Air Dan Etanol", *Jurnal Akademika Kimia*. 3, 3, 2014.

[6] Rochmat A.P., Rahmawati., S. Arifah, M. Rudianto, A. Prananto, E. D Amperawati, R Noviani., S.R. Handayani., S Nurlaela, Batik Ciprat Pewarna Alam: Ekonomi Kreatif Sebagai Solusi Pembangunan Berkelanjutan. *Jurnal Budimas* (ISSN: 2715-8926). Vol. 6, No. 1, 2024.

[7] Standar Nasional Indonesia (SNI), Kulit-Istilah Dan Definisi. Jakarta: Kementerian Perindustrian RI, 2020.

[8] Sri S, T.P. Widowati, dan N.M. Setyadewi, "The effect of mimosa in the tanning of vegetable-tanned sheep leather for jackets using C-RFP system on the organoleptic, physical, and morphology properties of leather", *Majalah Kulit, Karet, dan Plastik*, 32(1), 31-38, 2016 , Author(s), http://dx.doi.org/10.20543/mkkp.v32i1.932.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

APPLICATION OF HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL (HIRARC) METHOD FOR RISK MANAGEMENT IN BEAM HOUSE OPERATION PRACTICUM

PENERAPAN METODE *HAZARD IDENTIFICATION, RISK ASSESSMENT, AND RISK CONTROL* (HIRARC) UNTUK MANAJEMEN RISIKO PADA PRAKTIKUM *BEAM HOUSE OPERATION*

Adhy Prasetyo[1] dan Sri Suryanti[1*]

[1]Jurusan Teknologi Pengolahan Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia

[*]Corresponding author: suryantis@atk.ac.id

Abstract:
Educational laboratory is a place of learning for students through observation, experimentation and practicum. Practicum activities often face the risk of danger that threatens the safety and health of students. One of the practicums with many potential hazards is the beam house operation (BHO) which is the initial stage of the leather tanning process. As an effort to identify hazards, assess risks, and control risks in the beam house operation practicum, an analysis of the Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) was carried out. The research method is descriptive with qualitative analysis through observation and surveys of respondents from lecturers, educational laboratory administrators and students. The data obtained were then analyzed using the HIRARC method. The object of the research is the activities or processes in the beam house operation practicum for salted sheepskin. The results of the risk analysis in the BHO practicum contained 12 types of risks consisting of 6 types of low risk (50%), 4 types of moderate risk (33.33%), and 2 types of high risk (16.67%). Risk controls that can be applied to the BHO practicum include engineering control, administration, and personal protective equipment (PPE).
Keywords: *Laboratory, HIRARC, Risk Control, Beam House Operation, OHS*

Intisari:
Laboratorium pendidikan adalah tempat pembelajaran bagi mahasiswa melalui kegiatan observasi, eksperimen dan praktikum. Kegiatan praktikum sering kali menghadapi risiko bahaya yang mengancam keselamatan dan kesehatan kerja mahasiswa. Salah satu praktikum dengan banyak potensi bahaya adalah praktikum *beam house operation* (BHO) yang merupakan tahap awal proses penyamakan kulit. Sebagai upaya untuk identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko pada praktikum *beam house operation* maka dilakukan analisis metode *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). Metode penelitian yang dilakukan bersifat deskriptif dengan analisis kualitatif melalui pengamatan/observasi dan survei terhadap responden dari dosen, pranata laboratorium pendidikan dan mahasiswa. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan metode HIRARC. Objek penelitian adalah kegiatan

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625
atau proses pada praktikum *beam house operation* untuk kulit domba awet garaman. Hasil analisis risiko pada praktikum BHO terdapat 12 jenis risiko yang terdiri dari 6 jenis risiko rendah (50%), 4 jenis risiko sedang (33,33%), dan 2 jenis risiko tinggi (16,67%). Pengendalian risiko yang dapat diterapkan pada praktikum BHO antara lain pengendalian rekayasa teknik, administrasi, dan alat pelindung diri (APD).
Kata kunci: Laboratorium, HIRARC, Pengendalian Risiko, *Beam House Operation*, K3

Pendahuluan

Laboratorium pendidikan merupakan tempat pembelajaran bagi mahasiswa melalui kegiatan observasi, eksperimen dan praktikum. Semua pengguna laboratorium khususnya laboratorium yang menggunakan bahan kimia pasti akan menghadapi berbagai risiko bahaya yang mengancam keselamatan dan kesehatan serta lingkungan sekitar [1]. Risiko bahaya yang mungkin muncul di laboratorium adalah terkena tumpahan bahan kimia, luka bakar, iritasi mata, sesak napas dan lainnya sehingga pencegahan dan penanggulangan bahaya menjadi perhatian untuk menjamin keselamatan dan kesehatan pengguna laboratorium [2]. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium harus menjadi prioritas serta pedoman dalam melaksanakan kegiatan di laboratorium. Demi mewujudkan kegiatan praktikum yang aman, maka seluruh kegiatan praktikum yang dilaksanakan di laboratorium harus diupayakan dapat dikendalikan risikonya untuk mengurangi potensi bahaya di laboratorium.

Salah satu praktikum di laboratorium pendidikan Politeknik ATK Yogyakarta adalah praktikum *Beam House Operation* (BHO). Praktikum BHO adalah tahapan awal dalam proses penyamakan kulit yang melibatkan berbagai proses bahan kimia dan mekanis menggunakan mesin. *Beam House Operation* atau proses basah bertujuan untuk menyiapkan kulit sebelum masuk proses *tanning* (penyamakan) [3]. Tahapan dari proses BHO ini meliputi: Pencucian (*washing*), Perendaman (*soaking*), Pengapuran dan penghilangan bulu (*liming* dan *unhairing*), Pelepasan daging (*fleshing*), Pembelahan (*splitting*), Penghilangan kapur (*deliming*) Pengikisan protein (*bating*), Pengikisan lemak (*degreasing*), Pengasaman (*pickling*) [4].

Praktikum *Beam House Operation* (BHO) membutuhkan berbagai bahan kimia yang termasuk dalam kategori Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) misalnya natrium sulfida, asam formiat, asam sulfat dan sebagainya. Selain itu, praktikum BHO juga dilaksanakan menggunakan berbagai peralatan dan mesin dengan penanganan khusus misalnya drum penyamakan kulit dan mesin *fleshing*. Berdasarkan hal tersebut, mahasiswa sebagai praktikan harus lebih memperhatikan K3 dalam praktikum agar tidak mengalami kecelakaan kerja akibat risiko bahaya dari bahan, alat serta lingkungan praktikum. Kecelakaan kerja yang dialami oleh mahasiswa saat praktikum, umumnya disebabkan kelalaian dan faktor lingkungan yang belum menunjang proses praktikum secara maksimal [5]. Oleh karena itu, diperlukan metode dan pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi, menilai, dan mengendalikan risiko tersebut agar kegiatan praktikum dapat berlangsung secara aman dan efektif.

Metode K3 yang diterapkan di laboratorium berguna untuk menghilangkan dan meminimalisir risiko kecelakaan saat praktikum [6]. Salah satu metode dalam sistem manajemen K3 adalah *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC). HIRARC merupakan suatu metode yang mengkombinasikan beberapa metode seperti identifikasi bahaya, penilaian risiko dan manajemen risiko yang digunakan untuk meninjau bahaya dalam suatu proses kegiatan kerja sehingga dapat meminimalisir kecelakaan kerja [7]. Penerapan metode HIRARC

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625
pada kegiatan praktikum BHO diharapkan dapat menjelaskan secara menyeluruh mengenai potensi bahaya, penilaian risiko sekaligus strategi pengendalian risiko untuk mencegah dan meminimalisir terjadinya kecelakaan kerja di laboratorium.

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Alat : Kuesioner identifikasi bahaya dan penilaian risiko dalam bentuk *google form*, *Google Spreadsheet* dan *Microsoft Excel* untuk mengolah data hasil kuesioner.

Bahan : Formulasi praktikum *Beam House Operation* untuk kulit domba awetan garam yang menggunakan penghilangan rambut (*unhairing*) metode *hair saving* dengan pasta kapur. Metode *hair saving* adalah metode *unhairing* yang mengupayakan agar rambut yang hilang dari kulit tetap utuh (rambut tidak hancur).

Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah deskriptif dengan analisis kualitatif. Pengumpulan data dilakukan dengan observasi langsung dan survei menggunakan kuesioner terhadap 25 orang responden yang merupakan pengguna laboratorium yaitu dosen, pranata laboratorium pendidikan (PLP) dan mahasiswa. Identifikasi bahaya diobservasi berdasarkan analisis dosen dan PLP terhadap kecelakaan kerja yang mungkin terjadi pada praktikum *Beam House Operation* (BHO). Data yang diperoleh lalu dianalisis menggunakan metode HIRARC.

HIRARC adalah akronim dari *Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control* (Identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko). HIRARC adalah proses pengelolaan risiko kerja terkait dengan mengendalikan risiko yang teridentifikasi berpotensi menjadi sumber kecelakaan [8]. HIRARC merupakan metode yang dimulai dari menentukan jenis kegiatan kerja yang kemudian dilakukan identifikasi sumber bahayanya sehingga didapatkan risikonya, selanjutnya dilakukan penilaian risiko dan pengendalian risiko untuk mengurangi paparan bahaya yang terdapat pada setiap jenis pekerjaan [9].

Tahap manajemen risiko menggunakan metode HIRARC yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data terkait jenis kegiatan kerja yang dilakukan dalam praktikum BHO
2. Mengidentifikasi potensi risiko (*risk identification*) dari sumber bahaya yang didapat dari pengumpulan data di lingkungan laboratorium.
3. Melakukan survei kepada responden menggunakan kuesioner untuk mengetahui tingkatan kemungkinan (*likelihood*) dan keparahan (*severity*) dari suatu potensi risiko. Selanjutnya dilakukan analisis statistik sederhana terhadap data yang diperoleh.
4. Melakukan penilaian risiko (*risk assessment*). Setelah didapat data tentang aktivitas di lingkungan laboratorium yang berpotensi menimbulkan bahaya dan risiko, selanjutnya dilakukan penilaian risiko dengan cara mengalikan nilai kemungkinan (*likelihood*) yang ditampilkan pada tabel 1 dengan nilai keparahan (*severity*) yang dijelaskan pada tabel 2. Adapun matriks peringkat risiko ditunjukkan pada tabel 3.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Tabel 1. Ukuran Kualitatif dari Kemungkinan (*Likelihood*)

Tingkatan	Kriteria	Penjelasan
1	*Rare*	Sangat jarang terjadi
2	*Unlikely*	Kadang terjadi, tetapi kemungkinan kecil
3	*Possible*	Dapat terjadi, namun tidak sering
4	*Frequent*	Terjadi beberapa kali dalam beberapa waktu tertentu
5	*Almost Certain*	Dapat terjadi setiap saat

Sumber: [10]

Tabel 2. Ukuran Kualitatif dari Keparahan (*Severity*)

Tingkatan	Kriteria	Penjelasan
1	*Insignificant*	Kejadian tidak menimbulkan kerugian atau tidak terjadi cedera pada manusia
2	*Minor*	Menimbulkan cedera ringan, membutuhkan penanganan P3K, dan tidak menimbulkan dampak serius
3	*Moderate*	Cedera dan dirawat di RS, tidak menimbulkan cacat tetap, kerugian finansial sedang
4	*Major*	Menimbulkan cedera parah, cacat tetap dan kerugian finansial besar serta menimbulkan dampak serius
5	*Catastrophic*	Mengakibatkan korban meninggal dan kerugian parah, bahkan dapat menghentikan kegiatan selamanya.

Sumber: [10]

Tabel 3. Matriks Peringkat Risiko

Likelihood	***Severity***				
	1	2	3	4	5
1	L	L	M	M	H
2	L	L	M	M	H
3	L	M	H	H	H
4	M	M	H	H	E
5	M	H	H	E	E

Sumber: [10]

Keterangan:

L (*Low Risk*) : Pemantauan untuk memastikan tindakan pengendalian telah berjalan dengan baik.

M (*Moderate Risk*) : Perlu tindakan dan prosedur untuk mengurangi risiko.

H (*High Risk*) : Perlu mendapatkan perhatian pihak manajemen dan tindakan perbaikan agar penanganan risiko segera dilakukan.

E (*Extreme Risk*) : Perlu segera dilakukan tindakan perbaikan. Kegiatan tidak boleh dilaksanakan sampai risiko telah direduksi. Jika risiko tidak mungkin direduksi, maka pekerjaan harus dihentikan.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

5. Menentukan pengendalian risiko (*risk control*) untuk meminimalisir dan mengantisipasi bahaya agar tidak terjadi. Pengendalian risiko adalah proses mengambil tindakan untuk menghilangkan risiko kesehatan dan keselamatan sejauh risiko tersebut dapat diterapkan secara adil atau rasional [11]. Beberapa cara dalam hirarki pengendalian risiko yaitu [12] :
   a. Eliminasi
      Merupakan suatu pengendalian risiko yang bersifat permanen menghilangkan sumber bahaya di tempat kerja dan harus dicoba diterapkan sebagai pilihan prioritas utama.
   b. Substitusi
      Merupakan pengendalian dengan menggantikan atau memisahkan bahan atau peralatan yang membahayakan dengan bahan-bahan yang lebih aman (*safety*).
   c. Rekayasa teknik
      Adalah merubah struktur suatu objek sehingga dapat mencegah seseorang atau pengguna objek tersebut terpapar potensi bahaya.
   d. Pengendalian administrasi
      Dilakukan dengan membuat atau menyediakan suatu sistem kerja yang dapat mengurangi kemungkinan pengguna laboratorium terpapar potensi bahaya.
   e. Alat pelindung diri (APD)
      Hirarki pengendalian APD digunakan untuk memberikan batas antara terpaparnya tubuh dengan potensi bahaya yang diterima oleh tubuh.

Hasil dan Pembahasan

Penentuan identifikasi bahaya dan risiko diperoleh dari pengamatan atau observasi langsung pada praktikum serta hasil diskusi dengan dosen praktikum terkait. Setelah diketahui potensi bahaya dan risiko praktikum BHO kulit domba awet garaman kemudian dilakukan penilaian risiko dengan menentukan nilai kemungkinan (*Likelihood*) dan keparahan (*Severity*). Penilaian diperoleh dengan survei menggunakan kuesioner terhadap 25 orang responden yang terdiri dari 6 orang dosen yang berkompeten mengajar praktikum BHO, 5 orang pranata laboratorium pendidikan yang bertugas di laboratorium penyamakan kulit serta 14 orang mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah praktikum BHO. Hasil survei terhadap responden ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil survei Nilai Tingkat Kemungkinan (*Likelihood*) dan Tingkat Keparahan (*Severity*) terhadap potensi risiko praktikum *Beam House Operation* (BHO)

No.	Potensi Risiko	Tingkat Kemungkinan (*Likelihood*)							Tingkat Keparahan (*Severity*)						
		Jumlah Jawaban Berdasarkan Nilai					Total Skor	Rata-rata	Jawaban Jawaban Berdasarkan Nilai					Total Skor	Rata-rata
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5		
1	*Desalting*: risiko terpapar garam berlebihan, dapat mengakibatkan iritasi kulit	9	5	1	7	3	65	3	11	11	2	1	0	43	2
2	Sortasi *Grading*: risiko terpapar bakteri dan jamur, dapat mengakibatkan iritasi dan gatal	3	7	6	7	2	73	3	3	16	5	1	0	54	2

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

No.	Potensi Risiko	Tingkat Kemungkinan (*Likelihood*)							Tingkat Keparahan (*Severity*)						
		Jumlah Jawaban Berdasarkan Nilai					Total Skor	Rata-rata	Jawaban Jawaban Berdasarkan Nilai					Total Skor	Rata-rata
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5		
3	Sortasi *Grading*: risiko posisi membungkuk saat sortasi grading, dapat mengakibatkan sakit punggung atau pinggang	9	7	2	7	0	57	2	12	8	2	3	0	46	2
4	*Soaking*: risiko kontak kulit dengan surfaktan, dapat mengakibatkan iritasi kulit	10	4	2	6	3	63	3	11	11	1	1	1	45	2
5	*Soaking*: risiko terpeleset karena tumpahan surfaktan, dapat mengakibatkan cedera anggota tubuh	10	6	4	3	2	56	2	7	10	4	3	1	56	2
6	*Unhairing*: risiko terpapar natrium sulfida, kapur, dan soda api pada mata atau kulit, dapat mengakibatkan iritasi dan luka pada mata atau kulit	2	9	5	5	4	75	3	1	10	10	3	1	68	3
7	*Unhairing*: risiko terhirup gas hidrogen sulfida, dapat mengakibatkan gangguan pernapasan, pusing, pingsan bahkan kematian	4	8	4	4	5	73	3	1	10	7	3	4	74	3
8	*Scudding*: risiko terpapar sisa larutan unhairing (natrium sulfida, kapur dan soda api) pada mata atau kulit, dapat mengakibatkan iritasi dan luka pada mata atau kulit	10	4	5	4	2	59	2	6	10	7	2	0	55	2
9	*Scudding*: risiko posisi membungkuk saat scudding, dapat mengakibatkan sakit punggung atau pinggang	9	7	3	5	1	57	2	11	12	1	1	0	42	2
10	*Scudding*: risiko terpeleset atau terkena meja beam, dapat mengakibatkan cedera anggota tubuh	10	9	1	4	1	52	2	9	8	5	3	0	52	2
11	*Fleshing*: risiko tangan terkena pisau fleshing atau terjepit mesin fleshing, dapat mengakibatkan tangan cedera atau terluka	8	9	2	2	4	60	2	5	6	5	3	6	74	3
12	*Fleshing*: risiko terpeleset dan terbentur mesin fleshing, dapat mengakibatkan cedera anggota tubuh	10	8	3	3	1	52	2	6	11	3	5	0	57	2
13	*Fleshing*: risiko terpapar sisa larutan unhairing pada mata atau kulit, dapat mengakibatkan iritasi dan luka pada mata atau kulit	10	7	3	3	2	55	2	5	12	7	1	0	54	2
14	*Fleshing*: risiko posisi membungkuk saat fleshing, dapat mengakibatkan sakit punggung atau pinggang	10	9	3	3	0	49	2	11	12	1	1	0	42	2
15	*Deliming*: risiko kontak mata dan kulit dengan larutan deliming, dapat mengakibatkan iritasi mata dan kulit	8	7	6	2	2	58	2	4	15	3	3	0	55	2

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

No.	Potensi Risiko	Tingkat Kemungkinan (*Likelihood*)							Tingkat Keparahan (*Severity*)						
		Jumlah Jawaban Berdasarkan Nilai					Total Skor	Rata-rata	Jawaban Jawaban Berdasarkan Nilai					Total Skor	Rata-rata
		1	2	3	4	5			1	2	3	4	5		
16	*Deliming*: risiko tersayat pisau saat pengecekan penampang kulit, dapat mengakibatkan luka pada jari dan tangan	7	7	5	4	2	62	2	4	18	1	2	0	51	2
17	*Deliming*: risiko terhirup gas amonia, dapat mengakibatkan gangguan pernapasan dan pusing	8	6	3	7	1	62	2	5	9	6	5	0	61	2
18	*Deliming*: risiko terpeleset atau terbentur drum proses, dapat mengakibatkan cedera anggota tubuh	14	3	6	2	0	46	2	7	13	5	0	0	48	2
19	*Deliming*: risiko tersengat listrik dari drum proses, dapat mengakibatkan kejutan listrik yang menyakitkan	16	2	4	3	0	44	2	6	7	8	2	2	62	2
20	*Bating*: risiko kontak mata dan kulit dengan larutan bating, dapat mengakibatkan iritasi mata dan kulit	11	4	6	3	1	54	2	10	12	1	2	0	45	2
21	*Bating*: risiko terpeleset atau terbentur drum proses, dapat mengakibatkan cedera anggota tubuh	13	5	5	2	0	46	2	6	14	4	1	0	50	2
22	*Bating*: risiko tersengat listrik dari drum proses, dapat mengakibatkan kejutan listrik yang menyakitkan	17	4	2	1	1	40	2	5	9	10	1	0	57	2
23	*Degreasing*: risiko terpeleset akibat tumpahan larutan degreasing atau terbentur drum proses, dapat mengakibatkan cedera anggota tubuh	13	5	4	2	1	48	2	7	13	2	3	0	51	2
24	*Degreasing*: risiko tersengat listrik dari drum proses, dapat mengakibatkan kejutan listrik yang menyakitkan	17	4	1	2	1	41	2	6	8	8	1	2	60	2
25	*Pickling*: risiko kontak mata atau kulit dengan asam dan anti jamur, dapat mengakibatkan iritasi dan luka pada mata atau kulit	6	7	6	4	2	64	3	3	11	7	4	0	62	2
26	*Pickling*: risiko tersayat pisau saat pengecekan penampang kulit, dapat mengakibatkan luka pada jari dan tangan	8	8	4	4	1	57	2	4	15	5	1	0	53	2
27	*Pickling*: risiko tersengat listrik dari drum proses, dapat mengakibatkan kejutan listrik yang menyakitkan	15	6	2	2	0	41	2	6	8	9	2	0	57	2

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Selanjutnya setelah diketahui rata-rata nilai *likelihood* dan *severity* dari setiap potensi risiko maka dapat ditentukan nilai risiko (*risk assessment*) dengan rumus:

$$Risk\ (R) = Likelihood\ (L) \times Severity\ (S) Risk\ (R) = Likelihood\ (L) \times Severity\ (S) \quad (1)$$

Setelah melakukan *risk assessment*, tahap berikutnya yaitu menerapkan manajemen pengendalian risiko. Sementara itu, rekomendasi pencegahan atau pengendalian dibuat untuk meminimalkan terjadinya potensi kecelakaan kerja. Pengendalian risiko harus diterapkan untuk risiko yang tidak dapat dihindari oleh organisasi [13]. Pengendalian risiko dilakukan agar nilai risiko yang muncul dapat ditekan atau dikurangi bahkan dihilangkan [14]. Pengendalian Risiko dapat dilakukan dengan mempertimbangkan berdasarkan hirarki pengendalian bahaya [15]. Hasil analisis identifikasi bahaya, penilaian risiko dan pengendalian risiko pada praktikum *Beam House Operation* ditampilkan pada tabel 5.

Tabel 5. Identifikasi bahaya, penilaian risiko, dan pengendalian risiko pada praktikum *Beam House Operation* (BHO) Kulit Domba Awet Garaman

No	Proses	Tahapan Proses	Identifikasi Bahaya		Penilaian Risiko				Pengendalian Risiko
			Potensi Bahaya	Risiko	L	S	R	Tingkat Risiko	Rekomendasi
1	*Desalting*	Membersihkan garam pada kulit	Terpapar garam berlebihan	Iritasi kulit	3	2	6	M	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.
2	*Sortasi* dan *grading*	Identifikasi defek dan cacat kulit	Terpapar bakteri dan jamur	Iritasi kulit dan gatal	3	2	6	M	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.
		Mengukur panjang, lebar, luas & berat kulit	Posisi membungkuk	Sakit punggung atau pinggang	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Mendesain meja sortasi yang bisa diatur ketinggian dan kemiringannya menyesuaikan praktikan.
3	*Soaking*	Memproses kulit dengan air dan surfaktan menggunakan drum penyamakan kulit	Kontak kulit dengan surfaktan	Iritasi kulit	3	2	6	M	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.
			Terpeleset tumpahan surfaktan	Cedera anggota tubuh	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memasang anti slip pada jalur lalu lintas praktikum. APD: Mewajibkan penggunaan sepatu *safety*.
4	*Unhairing*	Membuat pasta dari campuran air, Na_2S dan kapur	Terpapar Na_2S dan kapur pada mata atau kulit	Iritasi dan luka pada mata atau kulit	3	3	9	H	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.
		Mengoleskan pasta kapur pada kulit	Terhirup gas hidrogen sulfida	Gangguan pernapasan, pusing, pingsan bahkan kematian	3	3	9	H	Rekayasa Teknik: Memperbaiki sirkulasi udara dan menambah *exhaust fan* untuk meminimalisir gas hidrogen sulfida. APD: Mewajibkan penggunaan respirator.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

No	Proses	Tahapan Proses	Identifikasi Bahaya		Penilaian Risiko				Pengendalian Risiko
			Potensi Bahaya	Risiko	L	S	R	Tingkat Risiko	Rekomendasi
5	*Scudding*	Menghilangkan akar bulu menggunakan pisau *scudding* yang ujungnya tumpul pada meja *beam*	Terpapar sisa larutan *unhairing* pada mata atau kulit	Iritasi dan luka pada mata atau kulit	2	2	4	L	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.
			Posisi membungkuk	Sakit punggung atau pinggang	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Mendesain meja beam yang bisa diatur ketinggian dan kemiringan menyesuaikan praktikan.
			Terpeleset atau terkena meja beam	Cedera anggota tubuh	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memasang anti slip pada jalur lalu lintas praktikum.
6	*Fleshing*	Menghilangkan sisa daging dan lemak menggunakan mesin *fleshing*	Terkena pisau *fleshing* atau terjepit mesin *fleshing*	Cedera anggota tubuh	2	3	6	M	Rekayasa Teknik: Memberi tanda batas area kerja Administrasi: Mewajibkan pelaksanaan Instruksi Kerja pengoperasian alat.
			Terpeleset dan terbentur mesin *fleshing*	Cedera anggota tubuh	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memasang anti slip pada jalur lalu lintas praktikum. APD: Memakai sepatu *safety*.
			Terpapar sisa larutan *unhairing*	Iritasi dan luka pada mata atau kulit	2	2	4	L	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.
			Posisi membungkuk	Sakit punggung atau pinggang	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: mendesain meja tempat kulit untuk memudahkan pengambilan oleh operator.
7	*Deliming*	Menghilangkan kapur pada kulit dengan amonium sulfat (ZA) dan air menggunakan drum penyamakan kulit	Kontak mata atau kulit dengan larutan *deliming*	Iritasi mata dan kulit	2	2	4	L	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.
			Tersayat pisau saat mengecek penampang kulit	Luka pada jari dan tangan	2	2	4	L	Administrasi: Menyusun instruksi kerja pengecekan penampang kulit yang aman.
			Terhirup gas ammonia	Gangguan pernapasan dan pusing	2	2	4	L	APD: Mewajibkan penggunaan masker respirator.
			Terpeleset atau terbentur drum penyamakan kulit	Cedera anggota tubuh	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memasang anti slip pada jalur lalu lintas praktikum. APD: Mewajibkan penggunaan sepatu *safety*.
			Tersengat listrik dari drum penyamakan kulit	Kejutan listrik yang menyakitkan	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memperbaiki sistem grounding dan saluran kelistrikan pada mesin. Administrasi: Mewajibkan pelaksanaan Instruksi Kerja pengoperasian alat.
8	*Bating*	Mengikis protein non kolagen dari kulit	Kontak mata dan kulit dengan larutan *bating*	Iritasi mata dan kulit	2	2	4	L	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

No	Proses	Tahapan Proses	Identifikasi Bahaya		Penilaian Risiko				Pengendalian Risiko
			Potensi Bahaya	Risiko	L	S	R	Tingkat Risiko	Rekomendasi
		menggunakan bahan *bating* dan air yang diproses dalam drum penyamakan kulit	Terpeleset atau terbentur drum penyamakan kulit	Cedera anggota tubuh	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memasang anti slip pada jalur lalu lintas praktikum. APD: Mewajibkan penggunaan sepatu *safety*.
			Tersengat listrik dari drum penyamakan kulit	Kejutan listrik yang menyakitkan	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memperbaiki sistem grounding dan saluran kelistrikan pada mesin. Administrasi: Mewajibkan pelaksanaan Instruksi Kerja pengoperasian alat.
9	Degreasing	Melarutkan lemak dari kulit menggunakan bahan degreasing dan air dengan alat drum penyamakan kulit	Terpeleset tumpahan *degreasing* atau terbentur drum penyamakan kulit	Cedera anggota tubuh	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memasang anti slip pada jalur lalu lintas praktikum. APD: Mewajibkan penggunaan sepatu *safety*.
			Tersengat listrik dari drum penyamakan kulit	Kejutan listrik yang menyakitkan	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memperbaiki sistem grounding dan saluran kelistrikan pada mesin. Administrasi: Mewajibkan pelaksanaan Instruksi Kerja pengoperasian alat.
10	*Pickling*	Menurunkan pH kulit dengan air garam dan asam menggunakan drum penyamakan kulit	Kontak mata atau kulit dengan asam dan anti jamur	Iritasi dan luka pada mata atau kulit	3	2	6	M	Administrasi: Menyusun instruksi kerja penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety*.
			Tersayat pisau saat mengecek penampang kulit	Luka pada jari dan tangan	2	2	4	L	Administrasi: Menyusun instruksi kerja pengecekan penampang kulit yang aman.
			Tersengat listrik dari drum penyamakan kulit	Kejutan listrik yang menyakitkan	2	2	4	L	Rekayasa Teknik: Memperbaiki sistem grounding dan saluran kelistrikan pada mesin. Administrasi: Mewajibkan pelaksanaan Instruksi Kerja pengoperasian alat.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Berdasarkan tahapan proses praktikum *Beam House Operation* kulit domba awet garaman terbagi menjadi 3 tingkat risiko yaitu:

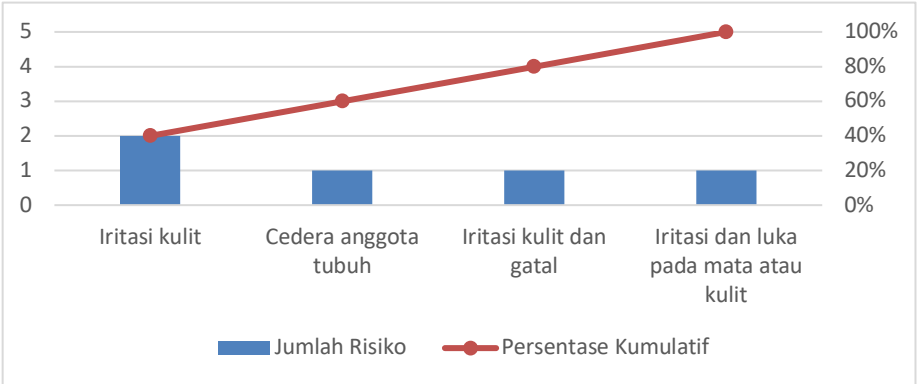
1. Risiko Rendah (*Low Risk*)



Gambar 1. Diagram Pareto *Low Risk*

Tingkat risiko rendah (*low risk*) terdiri dari 6 jenis potensi risiko sebagaimana ditunjukkan pada gambar 1. Urutan tingkat risiko rendah terbanyak adalah cedera anggota tubuh dengan 6 risiko (30%), iritasi dan luka pada mata dan kulit 4 risiko (20%), kejutan listrik yang menyakitkan 4 risiko (20%), sakit punggung atau pinggang 3 risiko (15%), luka pada jari dan tangan 2 risiko (10%) serta gangguan pernapasan dan pusing 1 risiko (5%). Tren risiko tertinggi yang termasuk dalam risiko rendah (*low risk*) adalah cedera anggota tubuh yang merupakan cedera fisik yang dapat diantisipasi dengan beberapa pengendalian risiko seperti rekayasa teknik dan pemakaian APD.

2. Risiko Sedang (*Moderate Risk)*

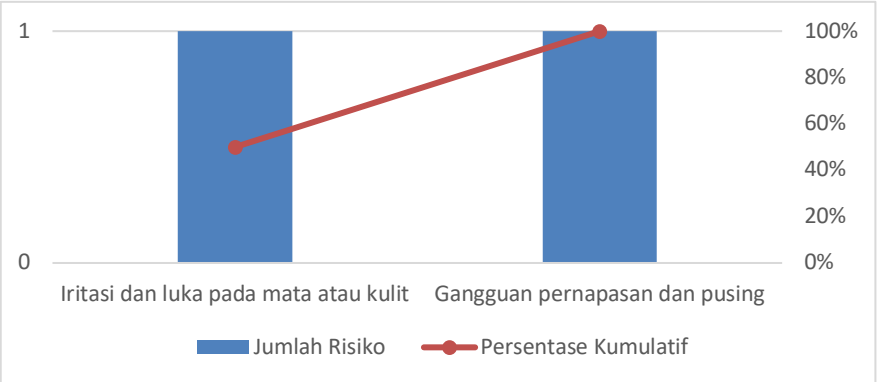


Gambar 2. Diagram Pareto *Moderate Risk*

Gambar 2 menampilkan tingkat risiko sedang (*moderate risk*) terdiri dari 4 jenis potensi risiko. Urutan tingkat risiko sedang terbanyak yaitu iritasi kulit dengan 2 risiko (40%), cedera anggota tubuh 1 risiko (20%), iritasi kulit dan gatal 1 risiko (20%) serta iritasi dan luka pada mata dan kulit 1 risiko (20%). Cedera anggota tubuh dampak dari potensi terkena mesin *fleshing*, sehingga perlu rekayasa teknik dengan membuat tanda batas area kerja mesin dan mewajibkan pelaksanaan instruksi kerja pengoperasian alat. Iritasi dan luka pada mata atau kulit dampak potensi kontak dengan garam, bakteri, jamur, surfaktan, anti jamur serta asam sehingga perlu mewajibkan penggunaan APD. Adapun tren risiko tertinggi yang termasuk dalam risiko sedang (*moderate*

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625
risk) adalah iritasi kulit yang dapat diantisipasi dengan pengendalian risiko secara administrasi misalnya menyusun instruksi kerja penggunaan APD dan mewajibkan penggunaan APD.

3. Risiko Tinggi (*High Risk)*



Gambar 3. Diagram Pareto *High Risk*

Tingkat risiko tinggi (*high risk*) terdiri dari 2 jenis potensi risiko pada praktikum yaitu iritasi dan luka pada mata atau kulit dengan 1 risiko (50%) serta gangguan pernapasan dan pusing 1 risiko (50%) seperti diperlihatkan pada gambar 3. Risiko ini berpotensi terjadi pada tahap proses *unhairing* karena menggunakan bahan kimia natrium sulfida dan kapur. Pengendalian yang perlu dilakukan sebagai langkah mitigasi untuk menekan risiko kecelakaan kerja dengan mewajibkan penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, sepatu *safety* dan juga rekayasa teknik dengan memperbaiki sirkulasi udara di laboratorium dan menambah *exhaust fan* untuk meminimalisir konsentrasi gas hidrogen sulfida.

Kesimpulan

Hasil identifikasi bahaya dan penilaian risiko pada praktikum *beam house operation* (BHO) dengan metode HIRARC menunjukkan bahwa risiko tingkat tinggi terjadi pada proses *unhairing* yaitu gangguan pernapasan karena gas hidrogen sulfida serta iritasi dan luka pada kulit atau mata karena paparan bahan kimia natrium sulfida dan kapur. Secara umum hasil analisis risiko pada praktikum BHO terdapat 12 jenis potensi risiko yang terdiri dari 6 jenis risiko rendah, 4 jenis risiko sedang, dan 2 jenis risiko tinggi. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa praktikum *beam house operation* memiliki 50% potensi bahaya risiko ringan, 33,33% potensi risiko sedang dan 16,67% potensi bahaya berisiko tinggi. Pengendalian risiko pada praktikum BHO menggunakan rekayasa teknik dengan memberi batas tanda area kerja alat/mesin, memperbaiki sistem *grounding* dan saluran kelistrikan pada mesin, memasang anti slip pada jalur lalu lintas praktikum serta mendesain meja kerja yang ketinggian dan kemiringannya bisa diatur sesuai tinggi badan praktikan. Pengendalian administrasi dengan menyusun instruksi kerja penggunaan APD, mewajibkan pelaksanaan instruksi kerja pengoperasian alat dan menyusun instruksi kerja cara pengecekan penampang kulit. Pengendalian APD dengan mewajibkan penggunaan APD masker, baju pelindung, sarung tangan, dan sepatu *safety*. Beberapa strategi pengendalian risiko tersebut diharapkan dapat mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja pada praktikum *beam house operation* dan mendukung terwujudnya Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium pendidikan.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik ATK Yogyakarta serta seluruh *civitas academica* yang terlibat dan mendukung terlaksananya kegiatan penelitian ini.

Daftar Pustaka

[1] Herliana E., Identifikasi Bahaya dan Penilaian Risiko Laboratorium Kimia UKRI dengan Metode HIRARC. EnviroSan, vol. 7, no. 1, pp. 17-23, 2024.
[2] Casban, Pangestu S. O. Penerapan Metode Job Safety Analysis untuk Penilaian Risiko Bahaya di Laboratorium Kimia pada PT XYZ. Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2024 Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta, pp. 1-11, 2024.
[3] Hermawan P., Nugroho A.R. Studi Deplesi Kulit Kambing pada Deliming Menggunakan (NH_4) SO_4. Berkala Penelitian Teknologi Kulit, Sepatu dan Produk Kulit, vol. 17, no.1, pp. 57-73, 2018.
[4] Prayitno. Kajian Penerapan Bioteknologi Pengolahan Kulit Untuk Mengurangi Limbah. Majalah Kulit, Karet, dan Plastik, vol. 26, no. 1, pp. 49-56, 2010.
[5] Efendi A., Nugroho Y.S., Fahmi M. Analisis HIRA Aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium Motor Bakar Politeknik Negeri Subang. Jurnal Mesin Nusantara, vol. 3, no. 1, pp. 17-28, 2020.
[6] Darmayanti Y., Ernita T., Yulius H. Penerapan JSA Sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan dan Perbaikan Keselamatan Kerja Pada Pelaksanaan Praktikum di Laboratorium SMK SMAK PADANG. Jurnal Aplikasi Rancangan Teknik Industri, vol. 17, no. 2, pp. 175-184, 2022.
[7] Mulyadi R., Saidiman M., Dewi R.K.S. Analisis Risiko K3 dengan Metode HIRARC pada Industri Tahu PD Manunggal. Jurnal ILMIAH Nasional Bidang Ilmu Teknik, vol. 11, no. 2, pp. 88-93, 2023.
[8] Asari M.K.S.M., Leman A.M. *Systematic Approach For Hazard Identification, Risk Assessment and Risk Control (HIRARC) In Workplace According To Dosh Guidelines. International Graduate Conference on Engineering, Science and Humanities*. 2016.
[9] Purnama D.S. Analisa Penerapan Metode *HIRARC* (*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*) dan *HAZOPS* (*Hazard and Operability Study*) Dalam Kegiatan Identifikasi Potensi Bahaya dan risiko Pada Proses *Unloading Unit* di PT. Toyota Astra Motor. Jurnal Penelitian Aplikasi Sistem dan Teknik Industri, vol. 9, no. 3, pp. 311-319, 2015.
[10] Tompo N.I. Manajemen Risiko K3 dengan Metode HIRARC (*Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control*) pada Departemen Proses di PT. Makassar Tene Tahun 2024. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2024.
[11] Fachrudin M.B., Haqi D.N., Allayyannur P.A., Widajati N., Wijaya Y.R. *Application of Risk Management Using HIRADC Method in Analytical Chemical Laboratory of University In Indonesia. Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, vol/ 14, no. 1, pp 316-321, 2020.
[12] Widiastuti R., Prasetyo P.E., Erwinda M. Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Untuk Mengendalikan Risiko Bahaya Di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Sarjanawiyata

Tamansiswa. *Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa*, vol. 3, no. 2, pp. 51-63, 2019.

[13] Mulyani Y.R., Kusnadi, Saleh R. Analisis Risiko K3 Menggunakan Metode *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) Pada Pekerja di PT XYZ. Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan, vol. 8, no. 3, pp. 87-94, 2022.

[14] Dewantari M.N., Umyati A., Falah F. *Hazard Identification Risk Assessment and Risk Control* (HIRARC) pada pembangunan gedung business center. *Journal Industrial Services*, vol. 8, no.1, pp. 1-6, 2022.

[15] Hakim T.L., Suriyani M.Y., Paramita A., Herliyanti W. Identifikasi Bahaya Dan Penilaian Risiko Untuk Mengendalikan Potensi Kecelakaan Kerja di Laboratorium Kimia. *Science and Physics Education Journal*, vo.7, no.1, pp. 8-19, 2023.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

SUBSTITUTION OF ACID AND REACTIVE DYESTUFF MATERIALS IN THE WET BLUE SHEEP SKIN DYEING METHOD FOR NAPA LEATHER AND SUEDE GARMENTS ON WATER WASHING RESISTANCE AS A LABORATORY MANAGEMENT EFFORTS

SUBSTITUSI BAHAN *ACID* DAN *REACTIVE DYESTUFF* DALAM METODE PEWARNAAN KULIT DOMBA *WET BLUE* UNTUK KULIT NAPA DAN *SUEDE GARMEN* TERHADAP KETAHANAN CUCI AIR SEBAGAI UPAYA PENGELOLAAN LABORATORIUM

Tantri Fauziah[1*],Eddy Purnomo[1] ,Armila Zahra Tawarniate[1]

[1] Program Studi Teknologi Pengolahan Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: dfaauziah@gmail.com

Abstract:

To test the effect of different dyeing method on chrome - leather wet blue using reactive and acid dyes. Attempts were made to obtain a dyeing method that is as a new alternative, especially for skin that require high- wash durability. It is expected that the new method with the application of reactive dyes will result in the washing of the leather resistance levels were very good compared with the conventional method using acid dyes. Methodology research using wet blue sheepskin random quality, as many as 12 pieces taken at random from the bath chrome tanning process, split into 24 parts of the back (side) . Skin re- randomized and numbered 1-24 . Number 1-12 wet blue leather is treated with a reactive dyestuff, for this kind of napa and suede garment, different colors such as black, red, blue, yellow. Skin numbers 13-24 is dyed by acid dyestuff with the same color such as black, red, blue, and yellow. Statistical analysis using the General Linear Model Univariate , with three independent variables , the type of dye , colors and type of leather. Dependent variable is washing fastness.. Analysis using SPSS 15, F test - significances at 95% confidence level. Reactive dyestuff has the resilience washing (washing fastness), different from acid dyestuff. In the test values F = 346.931, and the number of significance < 0.05. Average washing durability reactive dyestuff has better washing fastness than with acid dyestuff. The black color has a lower washing resistance, and the color yellow has a higher resistance. Skin type (Napa, suede , upholstery) have different resistance that does not wash.

Keywords: Materials substitution, Dyestuff, Napa, suede, upholstery, washing resistance , laboratory management

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Intisari

Untuk menguji pengaruh penggunaan pewarna reaktif dan asam dalam metode pewarnaan yang berbeda pada kulit chrome atau kulit wet blue. Upaya dilakukan untuk mendapatkan metode pencelupan sebagai alternatif baru , terutama untuk kulit yang membutuhkan daya tahan pencucian tinggi. Diharapkan bahwa metode baru dengan penerapan pewarna reaktif akan menghasilkan ketahanan cuci yang tinggi dan sangat baik dibandingkan dengan metode konvensional menggunakan pewarna asam . Metodologi penelitian menggunakan kulit domba *wet blue* kualitas acak , sebanyak 12 buah diambil secara acak dari satu lot proses tanning krom , dibagi menjadi 24 bagian side. Kulit di acak ulang dari nomor 1-24 . Nomor 1-12 diperlakukan dengan zat warna reaktif, untuk jenis pakaian napa dan suede, warna warna yang berbeda seperti hitam , merah, biru , kuning . Nomor kulit 13-24 dicelup dengan zat warna asam dengan warna yang sama seperti hitam , merah, biru , dan kuning . Analisis statistik menggunakan Model Linear univariat , dengan tiga variabel independen , jenis pewarna , warna dan jenis kulit . Variabel terikat adalah ketahanan cuci. Analisis menggunakan SPSS 15, uji F - signifikansi pada tingkat kepercayaan 95 % . Zat warna Reaktif memiliki ketahanan cuci (cuci luntur) berbeda dengan zat warna asam . Dalam nilai uji F = 346,931 , dan jumlah signifikansi < 0,05 . Rata-rata daya tahan cuci zat warna reaktif memiliki tahan luntur mencuci lebih baik dibandingkan dengan zat warna asam . Warna hitam memiliki ketahanan cuci yang lebih rendah , dan kuning warna memiliki ketahanan yang lebih tinggi . Jenis kulit (*Napa, suede*) memiliki ketahanan yang berbeda yang tidak mencuci .
Kata Kunci*:* Subtitusi bahan *, Dyestuff, Napa , suede ,* pelapis *,* tahan cuci, pengelolaan laboratorium.

Pendahuluan

Pewarnaan kulit secara konvensional, dilakukan setelah melalui tahapan proses yang meliputi netralisasi, penyamakan ulang, peminyakan dan pewarnaan dengan *dyestuff* yang lebih dikenal dengan proses dyeing atau pengecatan dasar. Pewarnaan atau pengecatan dasar atau *dyeing* dalam industri kulit, selama ini menggunakan pewarna *acid*, metal kompleks atau direk. Namun dalam perkembangannya penggunaan warna-warna tersebut mengalami hambatan teknis karena banyaknya pewarna acid, direk dan metalkompleks yang mengandung gugus *azo* (–N=N–). Pewarna dengan kandungan zat tersebut bila terserap ke dalam kulit dapat menyebabkan kerusakan ginjal dan kulit terkelupas dan keracunan kronis yang dapat terjadi akibat paparan terhadap kulit yang berulang kali menyebabkan dermatitis kulit [8]. Disamping itu untuk kulit yang memerlukan ketahanan cuci tinggi aplikasi dengan pewarna acid atau direk pada serat protein seperti kulit atau sutera tidak memadai,sehingga perlu alternatif lain [7].

Pewarna azo, yang mewakili lebih dari 70% pewarna sintetis secara global, menimbulkan risiko lingkungan yang substansial [11]. Pada percobaan yang sudah dilakukan, baik terhadap manusia ataupun hewan, pewarna *azo* mengalami metabolisasi oleh enzim hati dan mikro flora menjadi amina. Untuk melakukan evaluasi terhadap kulit terpajan yang lebih aman, digunakan pewarna *azo* untuk tekstil, karena kemungkinan terpecahnya pewarna *azo* oleh mikro flora kulit harus dipertimbangankan, kontras dengan pewarna lainnya, karena aromatis amina sangat mudah terserap kedalam kulit. Dalam eksperimennya terbukti bahwa bakteri kulit Staphylococcus aureus yang diinkubasi dalam cairan keringat buatan dalam kondisi pH 6,8, volume akhir =20 ml, temperature 28 ^{o}C, selama 24 jam, dengan pewarna *azo*, nomer C.I. 23850, DB 14, menunjukan

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625
hasil reduksi yaitu kandungan aromatis amina komponnen o -toluidina (3,3 dimetilbenzidina), dan dalam analisa lanjut terdeteksi kandungan aromatis amina lain yaitu 3,3’-dimetil-4-amino-4’-hidroksibifenil dan 3, 3'-dimetil-4-aminobifenil.

Pewarna azo, yang dicirikan oleh struktur aromatik dan satu atau lebih ikatan –N=N–, adalah pewarna sintetis yang paling umum dan menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan kehidupan akuatik [2]. Pewarnaan dan intensitas pewarna sintetis dihasilkan dari interaksi antara gugus kromofor dan auksokrom. Kelompok-kelompok ini mencakup kromofor esensial seperti N=N, CO, NO_2 , quinoid, NH_3 , OH, SO_3 H, dan CO_2H [3].

Oleh karena alasan tersebut banyak usaha dilakukan untuk menggantikan pewarna konvensional dengan warna lain yang untuk sementara dipandang lebih aman bagi kesehatan atau lingkungan [13], Karena norma-norma lingkungan dewasa ini sedang digalakan oleh EPA (*Environmentally Protection Agency*) terkait dengan buangan cair yang dilakukan oleh industri kulit, maka diperlukan pendekatan proses yang lebih *ecofriendly*. Opsi *ecofriendly* harus dilakukan pada setiap tahapan proses penyamakan. Hal yang paling ditekankan adalah penggunaan dyestuff dan bahan pembantu proses *dyeing* yang ramah lingkungan dan diikuti oleh Pengurangan penggunaan bahan kimia terutama pewarna (sebagai polutan utama), sehingga pewarna dan bahan pembantu yang terbuang tidak membebani aliran buangan. Kemudian digunakan untuk mengurangi waktu proses dengan mempercepat difusi bahan kimia kedalam matrik kulit. 3). Meningkatkan tesktur kulit jadinya.

Permasalahannya adalah penggantian jenis atau golongan *dyestuff* secara otomatis akan diikuti dengan penggantian system dan tehnik proses produksi, disesuaikan dengan karakteristik *dyestuff* yang digunakan. Salah satu golongan pewarna yang dianggap lebih aman bagi manusia karena gugus *azo* yang terdapat didalamnya tidak terpecah menjadi aromtis amina (golongan aniline, benzidina, toluidina, naftalena) adalah *dyestuff* golongan reaktif, yang selama ini banyak digunakan untuk pewarnaan tekstil.

Badische Anilin-und Soda-Fabrik [4], Pewarna reaktif mempunyai tingkat ketahanan basah dan migrasi yang istimewa. Ketahanan keringatnya dan cuci sangat baik untuk kulit yang disamak krom atau zat penyamak organik. Kulit yang disamak dengan bahan ini tidak akan luntur pada kulit atau material lain yang berwarna muda baik tekstil atau plastik. Pewarna reaktif terikat *irreversibly* pada serat kulit. Inovasi proses pewarnaan dengan pewarna reaktif memungkinkan untuk mendapatkan kulit dengan kualitas yang baik, dengan rajah yang ulet untuk semua jenis kulit. Pewarna reaktif dapat digunakan untuk penetrasi menembus penampang kulit, dapat diiaplikasikan dalam satu tahapan proses: netralisasi, penetrasi, fiksasi yang dilakukan dalam drum yang sama. Dalam penggunaannya tidak perlu dilarutkan terlebih dahulu. Pewarnaan yang sempurna optimis bisa dicapai. Proses pewarnaan yang sangat kreatif terutama penggunaan bahan, desain yang inovatif, dan produk yang brilian, hasil yang sangat fantastis.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui besarnya ketahanan cuci kulit garmen *nappa dan kulit garmen suede* yang diwarnai dengan *dyestuff* reaktif, sebagai metoda alternatif dibandingkan dengan metoda konvensional yang menggunakan pewarna *acid.*

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

a. Sampel Kulit.

Kulit domba samak krom (*wet blue*) kualitas acak sebanyak 12 lembar diambil secara random dari satu *lot* proses penyamakan krom, kemudian dibelah punggung menjadi 24 belahan (*side*). Kulit diacak ulang dan diberi nomer 1-24. Potongn kulit *wet blue* nomer 1-12 diperlakukan dengan *dyestuff* reaktif, untuk jenis kulit nappa dan kulit suede, dengan blok warna yang berbeda yaitu hitam, merah, biru, kuning. Kulit nomer 13-24 diperlakukan dengan *dyestuff acid* (sebagai pembanding) dengan blok warna sama yaitu hitam, merah, biru, dan kuning.

b. Bahan & Alat

Bahan : Pewarna *reactive red 218, reactive blue 49, reactive yellow 85, reactive black HEBL.* Pewarna *acid red 18, acid blue 90, acid yellow 17, acid black 210*, natrium bikarbonat, natrium karbonat, leveling R, asam format, syntan, fatliquor. Alat : Drum pewarna, RPM 12-13, *Greyscale*.

Metode

1. Proses Pewarnaan Kulit
   Proses pewarnaan kulit untuk garmen *nappa dan suede* yang menggunakan *dyestuff* reaktif dilakukan setelah proses netralisasi, diawali pada pH larutan 6 dan diakhiri pada pH larutan 9. Sedangkan pewarnaan dengan *dyestuff acid*, menggunakan standar pewarnaan konvensional dilakukan setelah proses netralisasi, penyamakan ulang, diawali pada larutan pH 6 dan diakhiri pada pH larutan 3,5 [1].
2. Uji Ketahanan Cuci.
   Pengujian ketahanan cuci dilakukan sesuai dengan standar ISO. Subjek sample kulit diuji sesuai dengan ISO 105+C06, uji cuci (pada 60^{o}C), menggunakan multi serat. Contoh uji dicuci selama lima kali, keringkan dan divisualkan dengan skala abu-abu menurut ISO 105+A02, *Grey Scale for assessing change in colour*, yang menentukan derajat turunnya warna. [6,12]
3. Analisa Data Statistik.
   Analisa data menggunakan GLM Univariat, uji-signifikansi dan F, dengan tingkat kepercayaan 95 %. Alat analisa program statistik SPSS, dengan tiga variabel independent jenis warna, jenis kulit dan kelompok warna, serta satu variabel dependen atau variabel respon yaitu hasil uji ketahanan cuci dalam skala nilai 1-100 %. Nilai 1% menunjukan ketahanan cuci yang sangat rendah, sedangkan 100% menunjukan ketahanan cuci sempurna (tidak ada perubahan warna sebelum atau setelah dicuci).

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian ketahan cuci kulit garmen nappa dan garmen suede dengan skala abu-abu dan ditampilakn dalam persen tampak seperti dalam tabel dibawah ini.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Tabel 1. Hasil Uji Ketahanan Cuci Kulit (skala dalam persen)

		Jenis kulit garmen	
		Nappa (%)	***Suede(%)***
Reactive	Hitam	85	82
	Merah	90	92
	Biru	90	90
	Kuning	95	95
Acid	Hitam	45	30
	Merah	56	57
	Biru	62	50
	Kuning	70	70

Dari tabel 1, dapat dilihat bahwa penggunaan pewarna reaktif pada ketahanan cuci kulit garmen *nappa* dan kulit garmen *suede* cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pewarna *acid*. Nilai skala ketahanan cuci kulit garmen *nappa* dan garmen *suede* yang didapat dengan pewarna *acid* hanya mencapai 30% – 70%. Hal ini menunjukkan bahwa bahan pewarna *acid* cenderung memiliki ketahanan cuci kulit yang relatif lebih rendah khususnya di kulit garmen *nappa* dan kulit garmen *suede*.

Penggunaan pewarna reaktif pada kulit garmen *nappa* dan kulit garmen *suede* menghasilkan nilai ketahanan cuci kulit yang relatif lebih tinggi yaitu sekitar 80%-95%. Ini menunjukkan bahwa pewarna reaktif memiliki ketahanan cuci kulit yang tinggi khusunya pada kulit garmen *nappa* dan kulit garmen *suede.* Analisa data statistik program SPSS, uji-signifikansi dan F, pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil komputasi tampak dalam tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan variabel jenis *dyestuff* (X1), nilai uji F = 346,931, dengan angka signifikansi <0,05. Hal ini menyatakan bahwa jenis *dyestuff* (jenis pewarna reaktif dan pewarna *acid*) berbeda nyata ketahanan cucinya. Rata-rata ketahanan cuci *dyestuff* reaktif lebih baik debandingkan dengan *dyestuff acid*.

Variabel kelompok warna (X2), nilai uji F= 50,459, dengan angka signifikansi < 0,05. Hal ini menyatakan bahwa kelompok warna (hitam, merah, biru, kuning) baik yang berasal dari pewarna reaktif ataupun acid berbeda nyata ketahan cucinya. Rata-rata ketahanan cuci pewarna reaktif lebih baik.

Variabel jenis kulit (X3), nilai uji F = 1,471, angka signifikansi > 0,05. Hal ini menyatakan bahwa jenis kulit (*nappa atau suede*) tidak berbeda atau tidak menyebabkan perbedaan terhadap ketahanan cuci.

Interaksi faktor variabel independen, baik antara jenis *dyestuff* dengan kelompok warna (X1*X2), jenis *dyestuff* dengan jenis kulit (X1*X2), kelompok warna dengan jenis kulit (X2*X3), nilai signifikansi > 0,05, berturut turut sbb (0,86 ; 0,381 ; 0,886). Hal ini menunjukan bahwa interaksi faktor independent tidak berpengaruh terhadap ketahanan cuci kulit *nappa dan suede.*

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Tabel 2. Uji F Antara Subyek Perlakuan

Source		Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Intercept	Hypothesis	141680.667	1	141680.667	19430.491	.000
	Error	14.583	2	7.292(a)		
X1	Hypothesis	4004.167	1	4004.167	346.931	.003
	Error	23.083	2	11.542(b)		
X2	Hypothesis	540.333	3	180.111	50.459	.000
	Error	21.417	6	3.569(c)		
X3	Hypothesis	14.583	2	7.292	1.471	.707
	Error	1.419	.286	4.958(d)		
X1 * X2	Hypothesis	108.833	3	36.278	3.573	.086
	Error	60.917	6	10.153(e)		
X1 * X3	Hypothesis	23.083	2	11.542	1.137	.381
	Error	60.917	6	10.153(e)		
X2 * X3	Hypothesis	21.417	6	3.569	.352	.886
	Error	60.917	6	10.153(e)		
X1 * X2 * X3	Hypothesis	60.917	6	10.153	.	.
	Error	.000	0	.(f)		

Kesimpulan

Dyestuff reaktif dan *dyestuff acid* yang diaplikasikan pada kulit garmen *nappa* dan kulit garmen *suede* mempunyai ketahan cuci (*washing fastness*) yang berbeda nyata. Dengan nilai uji F = 346,931, dan angka signifikansi <0,05. Rata-rata ketahanan cuci *dyestuff* reaktif lebih baik debandingkan dengan *dyestuff acid*. Kelompok warna hitam, merah, biru, dan kuning mempunyai ketahanan cuci yang berbeda. Dimana nilai uji F= 50,459, dengan angka signifikansi <0,05. Warna hitam mempunyai ketahanan cuci yang lebih rendah, dan warna kuning mempunyai ketahanan yang lebih tingi. Jenis kulit (garmen *nappa* dan garmen *suede*) tidak menyebabkan pengaruh pada ketahanan cuci. Dimana nilai nilai uji F = 1,471, angka signifikansi > 0,05.

Saran

Perlu diuji kualitas buangan atau limbah cairan pewarnaan untuk mengetahui yang manakah dari kedua metoda pewarna dengan dyestuff reaktif atau acid yang kualitas buangannya lebih *ecofriendly*.

Daftar Pustaka

[1] Pro Chemical and Dye, *Dyeing* Chrome-*Tanned Leather using PRO MX Reactive Dyes,* https://prochemicalanddye.com/wp-content/uploads/2021/08/dyeing_chrome_tanned_leather_using_pro_mx_directions.pdf, 2002.

[2] Ajaz, Shakeel, Rehman, Microbial use for azo dye degradation—A strategy for dye bioremediation. *Int. Microbiol. 23*, 149–159, 2023.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

[3] Ayele, A.; Getachew, D.; Kamaraj, M.; Suresh, A. Phycoremediation of synthetic dyes: An effective and eco-friendly algal technology for the dye abatement. *J. Chem.* 2021.

[4] BASF, *Asia Pacific Leather Fair : a world premiere for the leather industry* ,www.basf.com/leather. 2006.

[5] Bird, CL., *The Theory and Practice of Wool Dyeing,* fourth edition, The Sociaty of Dyers and Colourist, Perkin House, Gratan Road Broadford Yorkshire, England. 1972.

[6] Blackburn.RS dan Burkinshaw SM*, A greener approach to cotton dyeings with excellent wash fastness*, Royal Society Chemistry Journal, Received 3rd Specialty Chemical Group, School of Textiles & Design, University of Leeds, UK LS2 9JT. 2002.

[7] Feiz. M dan Radfar.Z, *Improvement of Wash Fastness of Direct and Acid Dyes Applied to Silk by Aftertreatment with Syntan, Syntan/Cation, and Full Backtan Processes,* Iranian Polymer Journal 15 (4), 2006, 299-305. 2006.

[8] Hairunisa, Yatasya. Pembuatan Dan Karakterisasi Selulosa Dari Limbah Kulit Buah Nanas (*Ananas comosus L.)* Sebagai Adsorben Zat Warna Naphtol Yellow*.* S1 thesis, Universitas Jambi. 2022.

[9] Jufri,RD dkk,, *Teknologi Pengelantangan Pencelupan dan Pengecapan,* ITT Bandung. 1973.

[10] Platzek T; Lang C; Grohmann G; Gi US; Baltes W, *Formation of a carcinogenic aromatic amine from an azo dye by human skin bacteria in vitro*, Medscape Journal, Federal Institute for Health Protection of Consumers and Veterinary Medicine, Postfach 330013, D-14191 Berlin, Germany. 1999.

[11] Tian, F.; Wang, Y.; Guo, G.; Ding, K.; Yang, F.; Wang, H.; Liu, C., Enhanced azo dye biodegradation at high salinity by a halophilic bacterial consortium. *Bioresour. Technol.* 2021, *326*, 124749. 2021.

[12] SDC, *Colour Fastness of Textiles and Leather*, Edisi keenam, Perkin House 82 Cratan Road Bradford West Yorkshire, England. 1990.

[13] Vankar.PS dan Baipai D, *Evaluation of Leather Dyeing Using Ecofriendly Black Dyestuff,* Facility for Ecological and Analytical Testing (FEAT), Electronic Journal of Environmental, Agriculture and Food Chemistry, Institute of Technology, Kanpur-208 016, India. 2006.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

IMPLEMENTATION OF QUICK RESPONSE (QR) CODE ON SAFETY DATA SHEETS (SDS) OF CHEMICALS TO IMPROVE OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY IN EDUCATIONAL LABORATORIES

IMPLEMENTASI *QUICK RESPONSE (QR) CODE* PADA *SAFETY DATA SHEETS (SDS)* BAHAN KIMIA UNTUK MENINGKATKAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA DI LABORATORIUM PENDIDIKAN

Adhy Prasetyo [1] dan Septiyana Windiastuti [1,*]
[1]Jurusan Teknologi Pengolahan Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia

*corresponding author: septiyana@atk.ac.id

Abstract:
The Hazardous and Toxic Chemicals have a high risk of causing work accidents in educational laboratories. These accidents are often caused by a lack of understanding of the Safety Data Sheets (SDS). Therefore, it is proposed to implement Quick Response (QR) Code on the SDS of chemicals to facilitate easy access to SDS. Furthermore, chemical users are expected to understand how to use chemicals safely, thereby improving Occupational Health and Safety (OHS). The method for the study is Research and Development (R&D) through data collecting, compiling the summary of SDS, uploading documents, creating QR Codes, printing and attaching QR Codes, testing QR Codes and user surveis. A total of 10 types of chemicals have been implemented with QR Codes and passed the test to access the SDS quickly and easily. The results of the QR Code user survey showed an average satisfaction value of 93%. Based on the results, the implementation of QR Codes on chemical Safety Data Sheets (SDS) is an effective solution to improve Occupational Health and Safety (OHS) in educational laboratories.

Keywords: QR, SDS, Laboratory, Chemicals, OHS

Intisari:
Bahan Kimia kategori Berbahaya dan Beracun (B3) berisiko tinggi mengakibatkan kecelakaan kerja di laboratorium pendidikan. Kecelakaan tersebut sering kali disebabkan oleh kurangnya pemahaman terhadap *Safety Data Sheets* (SDS). Oleh karena itu, diusulkan implementasi *Quick Response (QR) Code* pada SDS bahan kimia untuk memudahkan akses informasi SDS. Selanjutnya pengguna bahan kimia diharapkan dapat memahami penggunaan bahan kimia dengan aman sehingga meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D) melalui pengumpulan data, penyusunan ringkasan SDS, pengunggahan dokumen, pembuatan *QR Code*, pencetakan dan penempelan *QR Code*, pengujian *QR Code* dan survei pengguna. Sebanyak 10 jenis bahan kimia telah dilakukan implementasi *QR Code* dan lolos uji dapat mengakses SDS dengan cepat dan mudah. Hasil survei pengguna *QR Code* menunjukkan nilai rata-rata kepuasan sebesar 93%. Berdasarkan hasil

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

tersebut, maka implementasi *QR Code* pada *Safety Data Sheets* (SDS) bahan kimia merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium pendidikan.

Kata Kunci: QR, SDS, Laboratorium, Bahan Kimia, K3

Pendahuluan

Pelaksanaan praktikum di laboratorium pendidikan tentu tidak terpisahkan dengan penggunaan berbagai bahan kimia yang diantaranya termasuk dalam kategori Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 [1], B3 adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang karena sifat, konsentrasi dan/atau jumlahnya, baik secara langsung maupun tidak langsung, dapat mencemari dan merusak lingkungan hidup, membahayakan lingkungan hidup, kesehatan, serta kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lain. Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) dapat mengakibatkan kerugian bagi kehidupan organisme, material, bangunan, atau lingkungan karena ledakan atau bahaya kebakaran, korosi, keracunan bagi organisme, maupun akibat yang menghancurkan [2]. Penggunaan bahan kimia kategori B3 memiliki risiko tinggi mengakibatkan kecelakaan kerja bagi praktikan sebagai pengguna bahan kimia dan berbahaya mencemari lingkungan apabila dalam pemakaiannya tidak mengikuti prosedur keselamatan dan kesehatan kerja.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) merupakan upaya untuk menjamin keutuhan dan kesempurnaan baik jasmani maupun rohani manusia, dan menjaga lingkungan sekitar kerja [3]. Kecelakaan kerja yaitu kejadian yang tidak terduga yang terjadi selama jam kerja yang dapat mengakibatkan kerugian. Adapun keselamatan kerja di laboratorium merupakan upaya untuk mencegah kecelakaan yang timbul dari desain, sistem, proses dan aktivitas laboratorium [4]. Pelaksanaan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) adalah salah satu bentuk upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat mengurangi dan atau bebas dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja [5]. Pemahaman serta penerapan aspek K3 bahan kimia meliputi identifikasi bahaya, pencegahan dan penanganan bahaya dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja serta menciptakan lingkungan kerja yang aman sehingga dapat meningkatkan produktivitas di laboratorium.

Sebagai upaya untuk meningkatkan aspek K3 di laboratorium, maka seluruh pengguna bahan kimia harus memahami Lembar Data Keselamatan (LDK) bahan kimia atau biasa disebut juga *Safety Data Sheets* (SDS). Dokumen SDS memastikan bahwa semua personil memiliki akses informasi tentang produk bahan kimia misalnya terkait efek bahayanya terhadap kesehatan, tindakan pencegahan untuk penanganan dan tindakan pertolongan pertama [6]. Oleh karena itu, SDS harus dipastikan mudah diakses oleh semua pengguna bahan kimia karena pemahaman SDS berperan penting dalam menunjang aspek K3 di laboratorium.

Masing-masing bahan kimia di laboratorium pendidikan sudah dilengkapi dengan SDS yang menyediakan informasi bahan kimia dengan lengkap, namun keberadaan SDS tidak tersedia atau tertempel pada wadah atau kemasan bahan kimia tersebut. Hal ini mengakibatkan kesulitan bagi pengguna bahan kimia saat mengakses informasi SDS sehingga pemahaman

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

tentang bahan kimia sangat minim. Padahal kurangnya pengetahuan terkait SDS sering kali menjadi penyebab utama kecelakaan di laboratorium [7].

Sebagai upaya mengatasi permasalahan tersebut, diusulkan penggunaan *QR Code* untuk memudahkan akses SDS bagi seluruh praktikan di laboratorium. *QR Code* adalah gambaran dua dimensi yang mempresentasikan suatu data dalam bentuk teks. *QR Code* merupakan pengembangan dari *barcode* karena *barcode* hanya membentuk gambar satu dimesi [8]. *QR Code* mampu menyimpan dokumen dan *link* URL (*Uniform Resource Locator*) dalam sebuah gambar berukuran kecil sehingga penggunaannya dapat lebih efisien [9]. Keunggulan *QR Code* yang lebih ringkas dibandingkan dokumen fisik diharapkan mempercepat akses informasi SDS bahan kimia. Apalagi banyak ponsel yang telah dilengkapi dengan fitur scan *QR Code* sehingga dengan adanya teknologi *QR Code* memudahkan kita dalam memperoleh informasi [10]. Adapun dokumen SDS yang ditampilkan berupa ringkasan SDS bahan kimia yang berisi identifikasi sifat dan karakter bahan kimia, simbol tanda bahaya, pencegahan dan tindakan pertolongan pertama, penyimpanan serta penanganan limbah. Selanjutnya setelah praktikan memahami SDS diharapkan dapat menggunakan bahan kimia dengan aman untuk mendukung keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium pendidikan.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari hingga April 2025 di Laboratorium Limbah dan UPAL, Prodi Teknologi Pengolahan Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat komputer, Lembar Data Keselamatan (LDK) atau *Safety Data Sheets* (SDS) bahan kimia, aplikasi *Microsoft Word*, media penyimpanan *Google Drive*, *website* pembuat *QR Code*, *smartphone*, aplikasi *QR Code Scanner*, printer, gunting, kemasan bahan kimia. Adapun bahan yang digunakan yaitu kertas label, tinta printer, lakban bening dan *double tape*.

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan tujuan membangun metode yang menerapkan dan memanfaatkan *QR Code* untuk memudahkan akses ringkasan *Safety Data Sheets* (SDS) bahan kimia. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut:

1. **Pengumpulan Data**
   Pada tahapan ini dilakukan penentuan bahan kimia apa saja yang akan dilakukan penerapan *QR Code* dan pengumpulan informasi Lembar Data Keselamatan (LDK) atau *Safety Data Sheets* (SDS) bahan kimia yang akan diaplikasikan *QR Code*.
2. **Penyusunan Ringkasan SDS Bahan Kimia**
   Proses penyusunan ringkasan SDS bahan kimia dilakukan dengan mengidentifikasi jenis dan karakter dari bahan kimia, simbol tanda bahaya, pencegahan dan tindakan pertolongan pertama, penyimpanan bahan serta penanganan limbah.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

3. **Pengunggahan Dokumen Ringkasan SDS pada Google Drive**
   Dokumen ringkasan SDS bahan kimia yang telah disusun kemudian diubah format file-nya menjadi PDF (*Portable Document Format*) karena format ini sangat kompatibel lintas *platform* dan sistem operasi, tampilannya konsisten untuk berbagi dokumen secara digital di berbagai perangkat. Langkah selanjutnya adalah mengunggah dokumen ringkasan SDS ke *Google Drive* Laboratorium pada folder khusus.
4. **Pembuatan *QR Code* dan Pengujian Awal**
   Setelah dokumen terunggah, selanjutnya *link* URL (*Uniform Resource Locator*) masing-masing dokumen hasil unggahan di *Google Drive* diubah menjadi *QR Code* menggunakan *website* pembuat *QR Code* yaitu https://me-qr.com/. Hasil *QR Code*-nya kemudian disimpan di komputer lalu dilakukan pengujian awal dengan *QR Code Scanner* apakah dapat mengakses ke dokumen SDS atau tidak.
5. **Pencetakan dan Penempelan *QR Code* pada Kemasan Bahan Kimia**
   QR Code bahan kimia sebelum dicetak harus dipastikan lolos pengujian awal. Selanjutnya *QR Code* dicetak pada kertas label lalu ditempelkan pada kemasan bahan kimia.
6. **Pengujian *QR Code***
   Pengujian *QR Code* pada kemasan bahan kimia menggunakan aplikasi *QR Code Scanner* pada *smartphone*. Hasil dari pemindaian tersebut dicek apakah telah sesuai antara *QR Code* dengan dokumen yang ditampilkan.
7. **Survei Pengguna**
   Tahap terakhir dilakukan survei kepada pengguna *QR Code* menggunakan kuesioner untuk mengetahui tingkat kepuasan dalam implementasi *QR Code* pada SDS bahan kimia. Survei dilakukan kepada 25 orang responden yang terdiri dari dosen, personel laboratorium dan mahasiswa yang pernah melakukan praktikum di laboratorium limbah.

Hasil Dan Pembahasan

Pengumpulan Data

Bahan-bahan kimia yang akan dilakukan penerapan *QR Code* adalah beberapa bahan kimia berwujud cair yang termasuk dalam Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). Bahan kimia cair diprioritaskan karena penggunaan dan penanganannya relatif lebih sulit dibandingkan bahan kimia berwujud padat (*solid*). Terdapat 10 jenis bahan kimia B3 berwujud cair di Laboratorium Limbah yang relatif sering digunakan untuk praktikum sehingga akan dilakukan implementasi *QR Code*. Bahan-bahan kimia yang dimaksud yaitu Asam Asetat, Asam Klorida, Asam Nitrat, Asam Perklorat, Asam Sulfat, Dietil Eter, Etanol, Formaldehyde, Hidrogen Peroksida dan Natrium Hipoklorit. Selanjutnya telah didapatkan Lembar Data Keselamatan (LDK) atau *Safety Data Sheets* (SDS) bahan-bahan tersebut.

Penyusunan Ringkasan SDS Bahan Kimia

Penyusunan ringkasan SDS bahan kimia dilakukan berdasarkan SDS dari masing-masing bahan kimia. Ringkasan SDS bahan kimia telah disusun sebanyak 10 dokumen yang ditulis menggunakan *Microsoft Word*. Dokumen ringkasan SDS berisi identifikasi tentang sifat dan karakter bahan kimia, simbol tanda bahaya, pencegahan dan tindakan pertolongan pertama,

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

penyimpanan bahan serta penanganan limbah. Adapun perbandingan SDS bahan sebelum dan sesudah disusun ringkasannya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan Jumlah Halaman SDS dan Ringkasan SDS Bahan Kimia

No	Bahan Kimia	*Supplier*	Jumlah Halaman SDS Versi *Supplier*	Jumlah Halaman Ringkasan SDS
1.	Asam Asetat	Supelco	15	2
2.	Asam Klorida	Supelco	14	2
3.	Asam Nitrat	Supelco	12	2
4.	Asam Perklorat	Supelco	13	2
5.	Asam Sulfat	MERCK	16	2
6.	Dietil Eter	SAFC	12	2
7.	Etanol	Supelco	14	2
8.	Formaldehyde	Sigma Aldrich	17	3
9.	Hydrogen Perokside	Supelco	15	2
10.	Natrium Hipoklorit	Supelco	14	2

SDS versi *supplier* umumnya tersusun dari lebih banyak halaman dengan ukuran font yang relatif kecil dan cukup sulit dibaca. Dokumen ringkasan SDS bahan kimia yang jumlah halamannya lebih sedikit dan dituliskan dengan font lebih besar dari SDS versi *supplier* diharapkan memudahkan praktikan saat membaca dan memahami informasi bahan kimia.

Pengunggahan Dokumen Ringkasan SDS pada Google Drive

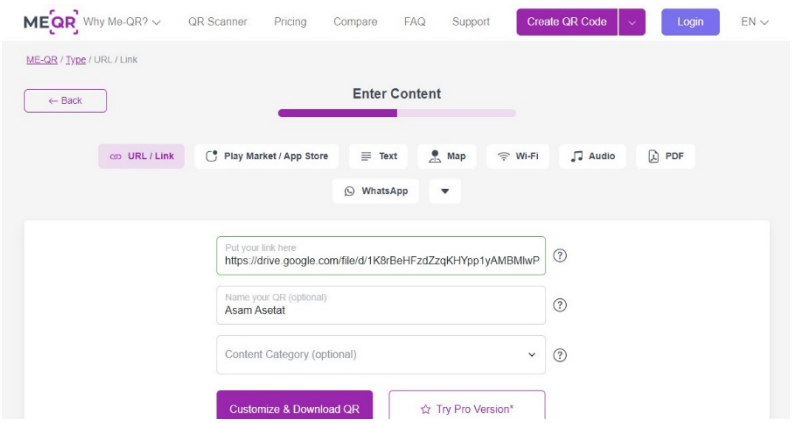
Dokumen ringkasan SDS bahan kimia yang telah disusun dan diubah formatnya menjadi PDF kemudian diunggah ke *Google Drive* Laboratorium pada folder Ringkasan Lembar Data Keselamatan B3. Akses file ringkasan SDS diubah menjadi publik agar memudahkan praktikan yang membuka *link*-nya dapat mengakses dokumen ringkasan SDS bahan kimia.

Pembuatan QR Code dan Pengujian Awal

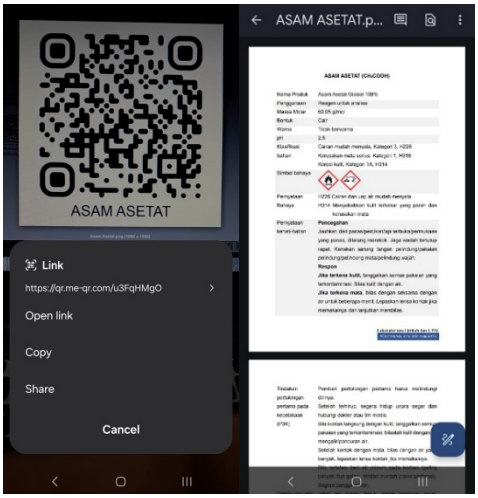
Proses pembuatan *QR Code* dilakukan dengan menyalin *link* URL (*Uniform Resource Locator*) masing-masing dokumen hasil unggahan di *Google Drive* pada *link* https://me-qr.com/ untuk selanjutnya diubah menjadi *QR Code*. Gambar 1 menunjukkan proses pembuatan *QR Code* menggunakan http://me-qr.com/. Jenis pola *QR Code* yang dibuat adalah pola dengan ketahanan terbaik. Hal ini bertujuan agar *QR Code* yang dibuat tetap dapat menampilkan data *link* meskipun sebagian polanya rusak atau kotor.

Selanjutnya dilakukan pengujian awal terhadap *QR Code* menggunakan *QR Code Scanner* pada *smartphone* untuk memindai *QR Code* yang ditampilkan pada layar komputer apakah dapat mengakses *link* dokumen SDS atau tidak. Gambar 2 memperlihatkan pengujian awal terhadap *QR Code* Asam Asetat yang ditampilkan di layar komputer lalu dipindai dengan *QR Code Scanner* berhasil menunjukkan *link Google Drive* yang kemudian dapat dengan mudah mengakses dokumen ringkasan SDS Asam Asetat. Selanjutnya 9 *QR Code* lainnya dilakukan pengujian dan semuanya lolos berhasil menunjukkan *link* dokumen SDS yang sesuai.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625



Gambar 1. Proses Konversi *Link* Dokumen dari *Google Drive* menjadi *QR Code*



Gambar 2. Pengujian Awal *QR Code* Asam Asetat Berhasil

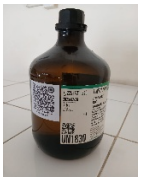
Pencetakan dan Penempelan QR Code pada Kemasan Bahan Kimia

QR Code adalah suatu teknik mengubah data tertulis menjadi kode dua dimensi yang tercetak ke dalam suatu media yang lebih ringkas, mampu menyimpan informasi lebih banyak, baik secara horizontal maupun vertikal. *QR Code* ini mampu menyimpan berbagai jenis data, seperti data angka alfanumerik, biner dan kanji/kana. Data *QR Code* masih dapat disimpan dan terbaca meskipun pola *QR Code* kotor ataupun mengalami kerusakan sampai 30% [11].

QR Code masing-masing bahan kimia yang sudah lolos pengujian awal kemudian dicetak pada kertas label lalu ditempelkan pada kemasan bahan kimia sesuai dengan identifikasi bahan kimianya. Tabel 2 berikut menampilkan 10 *QR Code* hasil pembuatan dari *link* dokumen ringkasan SDS di *Google Drive* sekaligus dokumentasi setelah *QR Code* tersebut ditempelkan pada kemasan masing-masing bahan kimia.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Tabel 2. Hasil Pembuatan *QR Code* dan Implementasinya

	Nama Bahan	*QR Code*	Implementasi *QR Code*		Nama Bahan	*QR Code*	Implementasi *QR Code*
1.	Asam Asetat	ASAM ASETAT		6.	Dietil Eter	DIETIL ETER	
2.	Asam Klorida	ASAM KLORIDA		7.	Etanol	ETANOL	
3.	Asam Nitrat	ASAM NITRAT		8.	Formal-dehyde	FORMALDEHYDE	
4.	Asam Perklorat	ASAM PERKLORAT		9.	Hydrogen Perokside	HYDROGEN PEROKSIDE	
5.	Asam Sulfat	ASAM SULFAT		10.	Natrium Hipoklorit	NATRIUM HIPOKLORIT	

Penggunaan *QR Code* tersebut dapat mempercepat praktikan untuk mengakses informasi penting terkait penggunaan bahan kimia di laboratorium pendidikan. Pengguna bahan kimia hanya perlu memindai *QR Code* yang ditempelkan pada kemasan bahan kimia. Saat *QR Code* tersebut dipindai, maka akan muncul *link* yang jika dibuka akan menampilkan dokumen ringkasan SDS dalam format pdf berisi informasi terkait bahan kimia seperti identifikasi bahan kimia, simbol bahaya, cara pencegahan dan tindakan pertolongan pertama, penyimpanan serta penanganan limbahnya.

Informasi yang ditampilkan setelah melakukan scan *QR Code* pada kemasan bahan kimia berupa ringkasan *Safety Data Sheets* (SDS) dari tiap bahan kimia. Ringkasan ini dibuat dengan tujuan untuk mempermudah pembaca karena berisi poin-poin penting yang harus dipahami sebelum menggunakan bahan kimia. Informasi yang ringkas dan akses mudah diharapkan lebih menarik pembaca khususnya mahasiswa agar memahami cara aman bekerja dengan bahan

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

kimia sehingga mendukung prosedur keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium pendidikan.

Pengujian QR Code

Tahapan pengujian *QR Code* pada kemasan bahan kimia menggunakan aplikasi *QR Code Scanner* pada *smartphone*. Pengujian yang dilakukan menggunakan metode pengujian *Black Box*. Proses pengujian ini cukup sederhana, yaitu hanya melakukan pemeriksaan *output value* berdasarkan tiap-tiap *input value* [12].

Pengujian *Black Box* dilakukan dengan menguji fungsionalitasnya menggunakan *QR Code Scanner* dalam *smartphone* apakah setelah memberikan *input value* akan menunjukkan *output value* atau hasil sesuai yang diharapkan atau tidak. *Input value* yang dimaksud adalah proses pemindaian (*scanning*) *smartphone* terhadap *QR Code* bahan kimia. Adapun *output value* adalah tampilan pada *smartphone* setelah pemindaian yang menunjukkan *link* untuk mengakses dokumen SDS di *Google Drive* kemudian dapat menampilkan dokumen ringkasan SDS bahan kimia yang sesuai.

Pengujian tahap akhir dilakukan menggunakan *QR Code Scanner* pada *smartphone* untuk memindai *QR Code* pada kemasan bahan kimia apakah dapat mengakses *link* dokumen SDS atau tidak. Hasil pengujian yang diharapkan adalah dokumen ringkasan SDS dapat ditampilkan sesuai dengan jenis bahan kimia yang dilakukan pemindaian *QR Code*. Tabel 3 menunjukkan pengujian *Black Box* pada kemasan Asam Sulfat untuk menarik kesimpulan apakah implementasi *QR Code* pada ringkasan SDS bahan kimia sudah berhasil atau tidak.

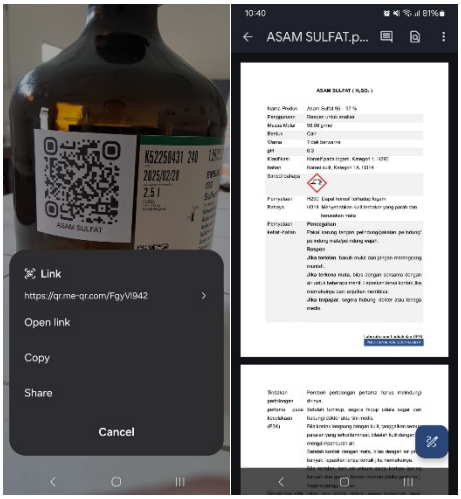
Tabel 3. Pengujian *Black Box* pada *QR Code* kemasan Asam Sulfat

Input Value (Masukan/Pengujian)	Hasil yang diharapkan	*Output Value* (Hasil Uji)	Kesimpulan
Melakukan Scan *QR Code* kemasan **Asam Sulfat**, kemudian klik *link* yang muncul pada *smartphone*	*Smartphone* akan menampilkan dokumen ringkasan SDS **Asam Sulfat** dalam format pdf	Layar *smartphone* menampilkan ringkasan SDS **Asam Sulfat** dalam format pdf	Berhasil

Selanjutnya pengujian *Black Box* dengan tahap pengujian sama seperti pada tabel 3 dilakukan terhadap kemasan bahan kimia lain yaitu Asam Asetat, Asam Klorida, Asam Nitrat, Asam Perklorat, Dietil Eter, Etanol, Formaldehyde, Hidrogen Peroksida dan Natrium Hipoklorit. Semua pengujian tersebut menunjukkan hasil kesimpulan “Berhasil”. Berdasarkan hasil pengujian *Black Box* tersebut, dapat diketahui bahwa implementasi *QR Code* untuk menampilkan ringkasan SDS bahan kimia telah berhasil dilakukan. Praktikan di laboratorium pendidikan dapat dengan mudah mengakses ringkasan SDS dengan hanya melakukan pemindaian *QR Code* pada kemasan bahan kimia menggunakan *QR Code Scanner* di *smartphone*. Praktikan lalu dapat membaca dan mempelajari ringkasan *Safety Data Sheets* (SDS) agar memiliki pemahaman yang baik terhadap bahan kimia yang digunakan.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Pemahaman dan penerapan informasi pada SDS bahan kimia diharapkan dapat meningkatkan aspek Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium pendidikan. Hal ini dikarenakan dengan mempelajari SDS, praktikan dapat memahami karakteristik, potensi bahaya, pencegahan dan penanganan bahaya, tindakan pertolongan pertama serta penanganan limbah bahan kimia yang digunakan. Gambar 3 berikut menunjukkan pemindaian *QR Code* pada kemasan bahan kimia Asam Sulfat telah berhasil menampilkan *link Google Drive* yang selanjutnya dengan membuka *link* tersebut akan memperlihatkan dokumen ringkasan SDS Asam Sulfat sehingga sesuai dengan identitas bahan kimia yang dipindai.



Gambar 3. Pengujian pada *QR Code* Kemasan Asam Sulfat Berhasil

Survei Pengguna

Tahap survei pengguna *QR Code* menggunakan kuesioner dengan 10 pertanyaan terkait penerapan *QR Code* pada SDS bahan kimia sebagaimana ditunjukkan pada tabel 4. Pilihan jawaban yang diberikan adalah Sangat Tidak Layak (STL) bernilai 1, Tidak Layak (TL) bernilai 2, Layak (L) bernilai 3, dan Sangat Layak (SL) bernilai 4.

Kuesioner dibuat menggunakan *Google Form* dengan 25 orang responden yang terdiri dari terdiri dosen, personel laboratorium dan mahasiswa yang pernah melakukan praktikum di laboratorium limbah. Adapun analisis perhitungan hasil surveinya menggunakan skala likert dengan rumus berikut [13]:

$$Nilai\ (\%) = \frac{Total\ Skor}{Skor\ Maksimum} \times 100\%$$

Total skor dan skor maksimum dapat diketahui menggunakan rumus:

$$Total\ Skor = \Sigma\ (N \times R)$$

$$Skor\ Maksimum = \text{Nilai Maksimal Likert} \times Jumlah\ Responden$$

Adapun N adalah nilai dari setiap jawaban, dan R adalah jumlah responden yang memberi jawaban. Selanjutnya untuk memperoleh nilai akhir (%) digunakan rumus berikut:

$$Nilai\ Akhir\ (\%) = \frac{\Sigma\ Nilai}{Jumlah\ Pertanyaan}$$

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Tabel 4. Kuesioner Kepuasan Pengguna *QR Code* pada SDS bahan kimia

	Pertanyaan	Jawaban			
		STL	TL	L	SL
1.	*QR Code* pada kemasan bahan kimia mudah terlihat dan dapat dipindai dengan *QR Code Scanner*				
2.	Pemindaian *QR Code* menampilkan dokumen SDS bahan kimia yang sesuai dan akurat				
3.	Dokumen SDS bahan kimia dapat diakses dengan mudah dan cepat dengan memindai *QR Code*				
4.	Dokumen SDS yang ditampilkan melalui *QR Code* terlihat jelas dan mudah dipahami				
5.	Penggunaan *QR Code* mengurangi kebutuhan pencetakan dokumen SDS secara fisik				
6.	Tidak ada kendala dalam menggunakan *QR Code* untuk mengakses SDS bahan kimia				
7.	*QR Code* SDS bahan kimia memudahkan memahami efek bahaya yang ditimbulkan dari bahan kimia				
8.	*QR Code* SDS memberikan informasi tindakan pertolongan pertama jika terpapar bahan kimia				
9.	*QR Code* SDS bahan kimia mendukung proses pembelajaran praktik penerapan K3 di laboratorium				
10.	Implementasi *QR Code* pada SDS bahan kimia meningkatkan kesadaran terhadap prosedur K3 di laboratorium pendidikan				

Kepuasan pengguna *QR Code* ditentukan berdasarkan nilai akhir dari hasil survei. Nilai akhir dari perhitungan ditunjukkan dengan interval penilaian likert yang telah ditentukan. Nilai akhir ditafsirkan berdasarkan interval dan kriteria sesuai dengan yang dijelaskan pada tabel 5.

Tabel 5. Interval Penilaian Likert

No.	Interval Hasil Nilai Akhir (%)	Penilaian Kepuasan Pengguna
1.	0 – 25	Sangat Tidak Layak
2.	26 – 50	Tidak Layak
3.	51 – 75	Layak
4.	76 – 100	Sangat Layak

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Tabel 6 berikut menampilkan hasil survei pengguna *QR Code* pada SDS bahan kimia:

Tabel 6. Hasil Survei Pengguna *QR Code* pada SDS Bahan Kimia dari 25 responden

Pertanyaan ke-	Jawaban Responden Berdasarkan Nilai				Total Skor	Skor Maksimum	Nilai (%)
	1	2	3	4			
1	-	-	7	18	93	100	93%
2	-	-	9	16	91	100	91%
3	-	-	8	17	92	100	92%
4	-	-	5	20	95	100	95%
5	-	-	7	18	93	100	93%
6	-	-	6	19	94	100	94%
7	-	-	10	15	90	100	90%
8	-	-	6	19	94	100	94%
9	-	-	7	18	93	100	93%
10	-	-	4	21	96	100	96%
Total							931%

Berdasarkan hasil yang diperoleh, kemudian dihitung nilai akhir yang akan menunjukkan nilai kepuasan pengguna secara keseluruhan. Perhitungan nilai akhir adalah sebagai berikut:

$$Nilai\ Akhir\ (\%) = \frac{931\%}{10} = 93{,}1\% \approx 93\%$$

Nilai akhir 93% jika ditafsirkan menurut tabel 5 maka termasuk dalam kriteria sangat layak sehingga dapat disimpulkan bahwa implementasi *QR Code* pada SDS bahan kimia dapat diterapkan dan menjadi solusi efektif untuk meningkatkan keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium pendidikan.

Kesimpulan

Telah dilakukan implementasi *QR Code* pada kemasan bahan kimia untuk mengakses ringkasan *Safety Data Sheets (SDS)* bahan kimia. Hasil pengujian *Black Box* pada *QR Code* berhasil menampilkan dokumen SDS bahan kimia yang sesuai. Berdasarkan survei pengguna, penggunaan *QR Code* terbukti memudahkan pengguna bahan kimia untuk mengakses SDS bahan kimia secara cepat dan mudah. Dengan demikian, implementasi *QR Code* pada dokumen *Safety Data Sheets* (SDS) bahan kimia merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di laboratorium pendidikan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik ATK Yogyakarta serta seluruh *civitas academica* yang terlibat dan mendukung serta memfasilitasi penelitian ini.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Daftar Pustaka

[1] Pemerintah Republik Indonesia. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2021 Nomor 44.

[2] Anggraini, N.L., Isabella, M., Halidah, N., Devidhavyasa, A., dan Siahaan, C.E.E. Klasifikasi Bahan Berbahaya dan Beracun di Laboratorium X dengan Menggunakan Hazmat Tool. *Journal of Community Service* (JCOS), Vol. 1, No. 2, pp. 32-43, 2023.

[3] Pratiwi, A., Sukmandari, E.A., Rejeki, D.S., Saputra, I.A.A., Edukasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Laboratorium Pada Siswa Jurusan Farmasi di SMK Harapan Bersama Kota Tegal. *Jurnal Abdimas Bhakti Indonesia*, Vol. 3, No. 2, pp. 40-50, 2022.

[4] Hadi, A.A., Ruliat, L.P., dan Salmun, J.A.R. Analisis Faktor-Faktor Yang Berhubungan dengan Kecelakaan Kerja Pada Pekerja di Laboratorium Kesehatan Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Bidang Ilmu Kesehatan*, Vol. 13, No. 4, pp. 415-423, 2023.

[5] Taofik, D.B.I., Mulyaningsih, S., Susila, A.A.R., Sidiq, P. Peningkatan Keselamatan Kerja di Laboratorium IPA melalui Pelatihan Penggunaan Alat dan Praktikum Alat Sederhana. BADRANAYA: *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, Vol. 1, No. 2, pp. 39-45, 2023.

[6] Ho, K. and Tenkate, T. *Safety Data Sheets as a Hazard Communication Tool: An Assessment of Suitability and Readability*. *Safety and Health at Work*, Vol. 15, pp. 192-199, 2024.

[7] Normah, Adhiyanti, N., Yulianti, D.H., Pertiwi, G.F., Fazira, Y. Efektivitas Sosialisasi Bahaya Bahan Kimia Melalui Globally Harmonized System (GHS) dan Lembar Data Keselamatan (SDS) pada Siswa Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Abdimas Prakasa Dakara*, Vol. 4, No. 2, pp. 154-163, 2024.

[8] Nugroho, S.S.P., Kurniawan, A., Ridwan, A., Ghazi, T., Implementasi QR Code untuk Monitoring Proses Produksi Bagi Konsumen pada Usaha Sablon. *Jurnal Bisnis Digital dan Sistem Informasi*, pp. 12-17, 2022.

[9] Ulfa, M.H., dan Maharani, D. Implementasi *Quick response* (QR) *Code* Instruksi Kerja Alat laboratorium Pendidikan keperawatan. *Jurnal Keperawatan Sriwijaya*, Vol. 11, No. 2, pp. 17-25, 2024.

[10] Sepriadi, S. dan Akhriani, D. Pemanfaatan *Logbook QR Code* berbasis *Google Form* terhadap Kepuasan Pengguna Laboratorium Pendidikan. *Integrated Lab Jurnal*, Vol. 10, No. 2, pp. 83-88, 2022.

[11] Ginting, S.W., dan Dharmawan, E.A. Implementasi *QR Code* pada Pembuatan KRS Mahasiswa di Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Ambon. *Jurnal SMARTICS*, Vol. 4, No. 1, pp. 28-33, 2018.

[12] Laksmana, S.P., Rauf, D.I., Burhanudin, M., Wicaksono, D., Saifudin, A. Pengujian *Black Box* pada Aplikasi Presensi Karyawan dengan Teknik *Equivalence Partitioning*. OKTAL: *Jurnal Ilmu Komputer dan Science*, Vol. 1, No. 11, pp. 2195-2202, 2022.

[13] Qani, A.D., Andrijasa, M.F., Hartanto, S. Pembuatan Aplikasi Pencatatan Alat K3 dan APD Berbasis Mobile Menggunakan *QR Code*. *Jurnal Vokasi Teknik (JUVOTEK)*, Vol. 2, No. 2, pp. 77-88, 2024.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

DESIGN OF LABORATORY CHEMICAL INVENTORY MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM AT POLITEKNIK XYZ

PERANCANGAN SISTEM INFORMASI PENGELOLAAN PERSEDIAAN BAHAN KIMIA LABORATORIUM DI POLITEKNIK XYZ

Mukhsalmina[1,*], Adhy Prasetyo[1] ,Muhammad Ikhwan [2], Annisaa Nurhikmat Al Basith[3], Gilang Alfurqoni Surya Kusuma Ningtyas[4]

[1]Program Studi Teknologi Pengolahan Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia
[2] Program Studi Teknologi Pengolahan Karet dan Plastik, Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia
[3]Laboratorium Analisis dan Pengujian, SMK SMTI Banda Aceh, Indonesia
[4]Program Studi Teknologi Pengolahan Produk Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: mukhsalmina@atk.ac.id

Abstract
The chemical inventory management system in the XYZ Polytechnic laboratory has not been optimally integrated, so real-time stock monitoring is still limited and has the potential to cause discrepancies between the amount of stock recorded and actual conditions. This inaccuracy in inventory management can hamper the smooth running of laboratory activities. This research aims to design a chemical inventory management information system using a prototype approach, which includes the stages of Communication, Quick Planning, Quick Modelling, Construction, and Deployment. The system was developed with Microsoft Access and Visual Basic for Applications (VBA) and designed with main components that include inventory recording and real-time stock monitoring. In addition, the system is also equipped with a feature to export stock data into systematic reports to support the analysis and reporting process. The results of testing the prototype show that the developed system is able to integrate the process of recording and monitoring stock in real-time, thus improving the accuracy of inventory data and efficiency in managing chemicals in the laboratory.
***Keywords**: Chemical Inventory, Information System, Microsoft Access, Prototype, VBA.*

Intisari
Sistem pengelolaan persediaan bahan kimia di laboratorium Politeknik XYZ belum terintegrasi secara optimal, sehingga pemantauan stok secara *real-time* masih terbatas dan berpotensi menyebabkan ketidaksesuaian antara jumlah stok yang tercatat dan kondisi aktual. Ketidaktepatan dalam pengelolaan persediaan dapat menghambat kelancaran aktivitas di laboratorium. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem informasi pengelolaan persediaan bahan kimia menggunakan pendekatan *prototype*, yang mencakup tahapan *Communication, Quick Planning, Quick Modelling, Construction,* dan *Deployment.* Sistem ini dikembangkan dengan Microsoft Access dan *Visual Basic for Applications* (VBA), serta dirancang dengan komponen utama yang mencakup pencatatan persediaan dan pemantauan stok secara *real-time*. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan fitur ekspor data stok ke dalam laporan yang sistematis untuk mendukung proses analisis dan

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

pelaporan. Hasil pengujian terhadap *prototype* menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu mengintegrasikan proses pencatatan dan pemantauan stok secara *real-time*, sehingga meningkatkan akurasi data persediaan serta efisiensi dalam pengelolaan bahan kimia di laboratorium. Implementasi sistem diharapkan meningkatkan efisiensi operasional laboratorium berbasis data melalui pemantauan stok *real-time* dan otomatisasi pengelolaan persediaan.
Kata Kunci: Persediaan Bahan Kimia, Sistem Informasi, Microsoft Access, *Prototype*, VBA.

Pendahuluan

Laboratorium memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan praktikum, penelitian, dan pengujian di berbagai bidang akademik maupun industri. Pengelolaan data di laboratorium, seperti pencatatan penggunaan bahan kimia, stok persediaan, pencatatan bahan masuk, serta distribusi bahan kimia, sangat penting untuk menjamin efisiensi dan akurasi operasional [5,9].

Di laboratorium Politeknik XYZ, pengelolaan bahan kimia masih dilakukan secara terpisah dalam pencatatan dan dokumentasinya tanpa adanya sistem informasi yang terintegrasi. Ketidakterhubungan antara data pencatatan pemakaian dan persediaan bahan kimia menyebabkan pemantauan ketersediaan bahan secara real-time menjadi kurang efektif dan membutuhkan waktu yang lebih lama [6]. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko ketidaksesuaian data, kehabisan atau kelebihan stok, serta menghambat pengambilan keputusan yang tepat dalam pengadaan dan distribusi bahan kimia laboratorium [7].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan perancangan sistem informasi yang mampu mengintegrasikan seluruh data bahan kimia dalam satu platform yang terpusat. Sistem ini diharapkan dapat membantu laboran dan pengelola laboratorium dalam melakukan pencatatan, pemantauan, serta analisis data secara efisien dan akurat. Dengan adanya sistem informasi yang terintegrasi, diharapkan laboratorium dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi kesalahan pencatatan, serta mendukung pengelolaan bahan kimia yang lebih efektif [10].

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Laboratorium memiliki peran penting dalam mendukung kegiatan praktikum, penelitian, dan pengujian di berbagai bidang akademik maupun industri. Pengelolaan data di laboratorium, seperti pencatatan penggunaan bahan kimia, stok persediaan, pencatatan bahan masuk, serta distribusi bahan kimia, sangat penting untuk menjamin efisiensi dan akurasi operasional [5,9,11].

Di laboratorium Politeknik XYZ, pengelolaan bahan kimia masih dilakukan secara terpisah dalam pencatatan dan dokumentasinya tanpa adanya sistem informasi yang terintegrasi. Ketidakterhubungan antara data pencatatan pemakaian dan persediaan bahan kimia menyebabkan pemantauan ketersediaan bahan secara real-time menjadi kurang efektif dan membutuhkan waktu yang lebih lama [6]. Kondisi ini berpotensi meningkatkan risiko ketidaksesuaian data, kehabisan atau kelebihan stok, serta menghambat pengambilan keputusan yang tepat dalam pengadaan dan distribusi bahan kimia laboratorium [7,12].

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan perancangan sistem informasi yang mampu mengintegrasikan seluruh data bahan kimia dalam satu platform yang terpusat. Sistem ini diharapkan dapat membantu laboran dan pengelola laboratorium dalam

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

melakukan pencatatan, pemantauan, serta analisis data secara efisien dan akurat [8]. Dengan adanya sistem informasi yang terintegrasi, diharapkan laboratorium dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi kesalahan pencatatan, serta mendukung pengelolaan bahan kimia yang lebih efektif [10,13].

Metode

Penelitian ini menggunakan metode *prototype* dalam pengembangan sistem informasi pengelolaan bahan kimia. Menurut Pressman dalam Maulida (2022) saat merancang sistem yang akan dikembangkan, bisa digunakan pendekatan *prototyping*. Prototipe ini bukanlah produk akhir yang sempurna, melainkan gambaran awal yang masih perlu diuji, dievaluasi, dan diperbaiki sesuai kebutuhan [2]. Prototipe adalah model awal yang mewakili satu atau beberapa fitur dari suatu produk, layanan, atau sistem [3]. Metode ini bersifat literatif, memungkinkan sistem dikembangkan melalui serangkaian penyempurnaan berdasarkan umpan balik pengguna untuk memastikan kesesuaiannya dengan kebutuhan operasional laboratorium. Berikut langkah-langkah atau tahapan dalam metode *prototype* [4]:

1. *Communication* atau komunikasi dan pengumpulan data awal, yaitu analisis terhadap kebutuhan pengguna.
2. *Quick plan*, yaitu tahapan perencanaan kebutuhan.
3. *Modelling Quick Design*, tahapan pembuatan design.
4. Pembentukan *prototype*, yaitu pembuatan perangkat *prototype* termasuk pengujian dan penyempurnaan.
5. *Deployement Delivery & Feddback*, yaitu mengevaluasi *prototype* dan memperhalus analisis terhadap kebutuhan pengguna. Perbaikan *prototype*, yaitu pembuatan tipe yang sebenernya berdasarkan hasil dari evaluasi *prototype* dan selanjutnya produksi akhir, yaitu memproduksi perangkat secara benar sehingga dapat digunakan oleh pengguna.

Tahap pertama, *Communication*, melibatkan identifikasi kebutuhan pengguna melalui analisis terhadap proses pengelolaan bahan kimia, mencakup pencatatan bahan masuk, bahan keluar, serta stok bahan kimia. Selanjutnya, pada tahap *Quick Planning*, perancangan awal dilakukan dengan menentukan peran utama pengguna, yaitu administrator dan pengguna (*user*), guna memastikan sistem memiliki fungsionalitas yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing pihak. Pada tahap *Quick Modelling*, spesifikasi sistem divisualisasikan melalui pemodelan, seperti *Use Case Diagram* dan *Data Flow Diagram*, untuk menggambarkan interaksi pengguna, struktur data, serta alur pemrosesan informasi dalam sistem. Implementasi dilakukan pada tahap *Construction* dengan memanfaatkan Microsoft Access sebagai basis data dan *Visual Basic for Applications* (VBA) untuk pengembangan fitur otomatisasi. Setelah *prototype* dirancang, sistem diuji menggunakan metode *Black Box Testing* untuk mengevaluasi fungsionalitasnya berdasarkan *output* yang dihasilkan tanpa mengakses kode sumber secara langsung. Pengujian ini berfokus pada validasi *input*, pemrosesan data, serta *output system*. Hasil pengujian digunakan untuk mengidentifikasi potensi ketidaksesuaian dan dilakukan perbaikan guna meningkatkan keandalan sistem sebelum diterapkan lebih lanjut.

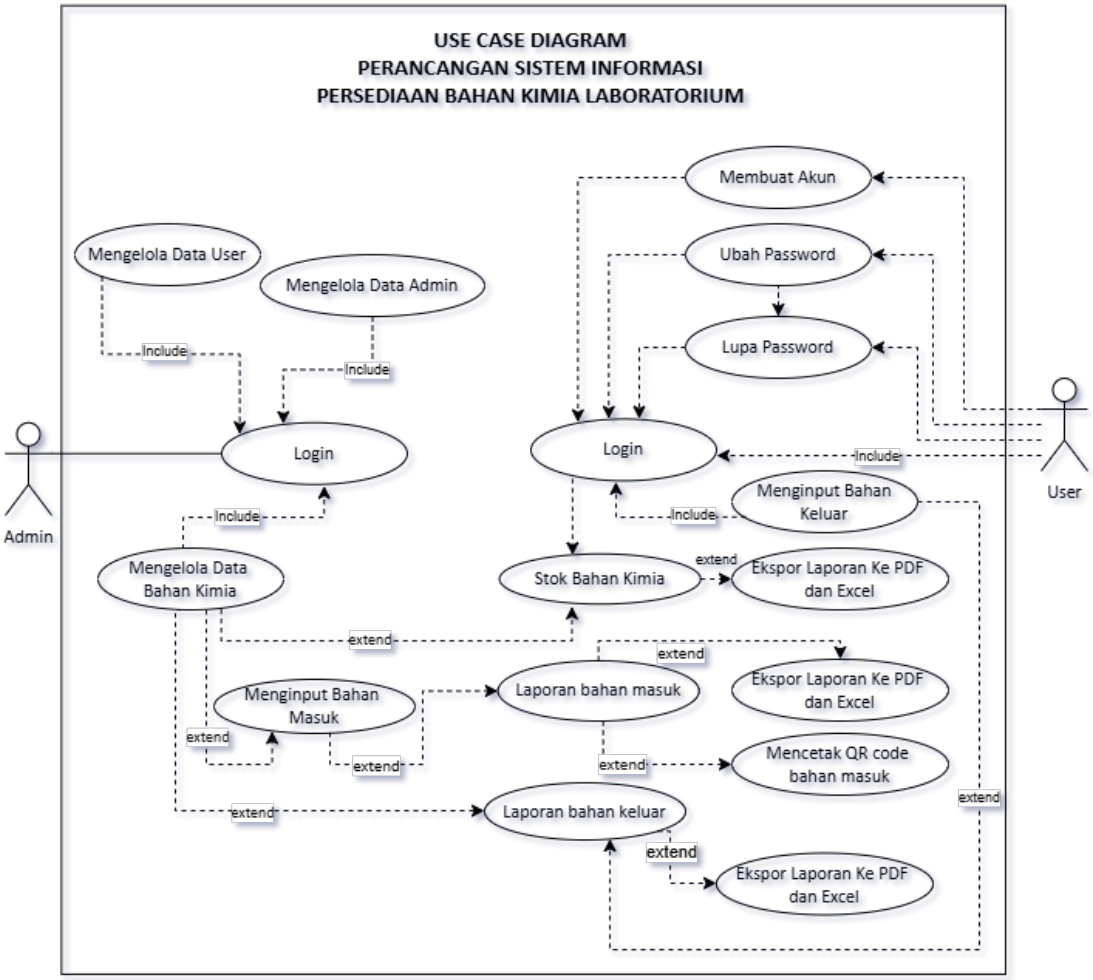
Hasil dan Pembahasan

Sistem informasi yang dirancang dinamakan SIMLAB (Sistem Informasi Manajemen Laboratorium), SIMLAB ini dirancang untuk mengelola persediaan bahan kimia secara lebih efisien melalui integrasi berbagai fitur utama. Tahapan perancangan sistem ini dilakukan

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

dengan sistematis untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan pengguna dan tujuan sistem. Adapun tahapan perancangan sistem informasi adalah sebagai berikut :

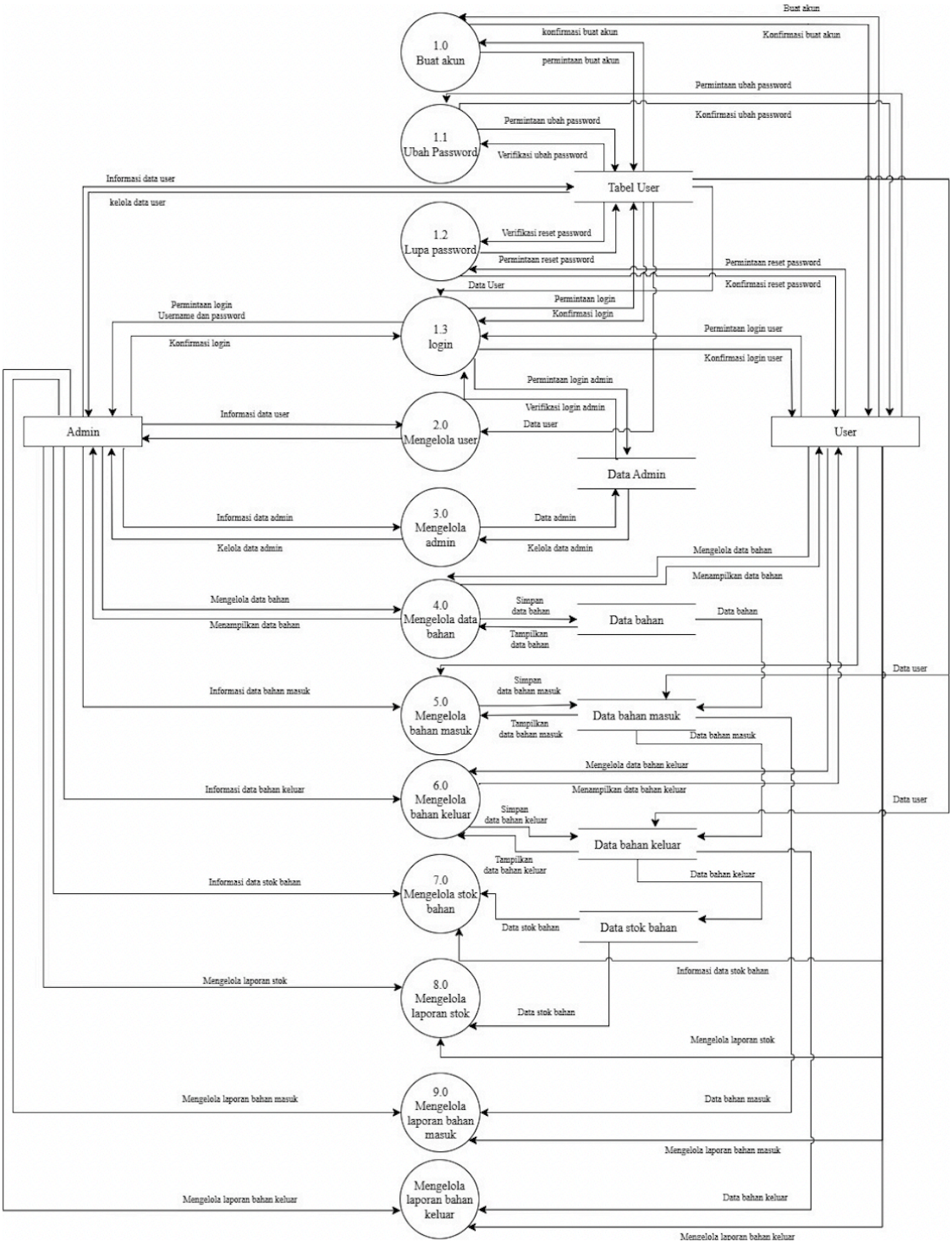
1. Perancangan model sistem
   Perancangan model sistem bertujuan untuk merepresentasikan fungsionalitas utama serta alur interaksi pengguna dalam pengelolaan persediaan bahan kimia. Model ini mencakup diagram yang menggambarkan peran masing-masing aktor serta proses pengolahan data dalam sistem.
   a. Perancangan *Use Case Diagram*



Gambar 1. *Use case diagram*

Use case diagram menggambarkan interaksi antara pengguna dan sistem informasi pengelolaan persediaan bahan kimia. Diagram ini mencakup fitur utama seperti pencatatan bahan masuk dan keluar, pemantauan stok *real-time*, pembuatan laporan, pencetakan *barcode*, serta pengelolaan akun admin dan *user*. Selain itu, sistem dilengkapi dengan validasi *login* dan pengamanan data untuk mendukung operasional laboratorium secara efisien.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625



Gambar 2. DFD Level 0 sistem informasi

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

b. Perancangan *Data Flow Diagram*

DFD Level 0 memberikan gambaran umum mengenai seluruh proses dalam sistem informasi persediaan, menunjukkan bagaimana data *input* diolah menjadi *output*.

2. Perancangan *Prototype* Sistem

a. Desain *Database*

Desain *Database* adalah proses merancang struktur penyimpanan data dalam sistem, mencakup pembuatan tabel, penentuan atribut, serta hubungan antar tabel.

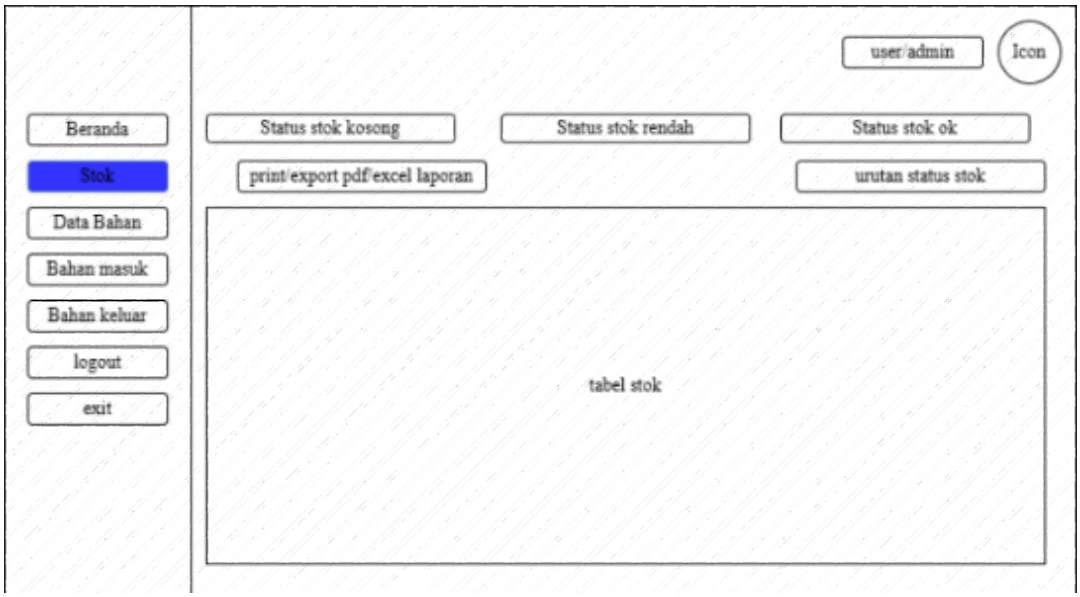
Tabel 1. Desain database tabel dan field sistem informasi

No	Tabel	*Field*
1	Admin	Id_admin*, nama_admin, aphone, ausername, apassword
2	*User*	Id_user*, nama_user, email_user, nohp_user,uusername, upassword
3	Daftar Bahan	Kode_bahan*, nama_bahan, merek_bahan, wujud_bahan, satuan_bahan, stok_min
4	Bahan Masuk	ID_bahanmasuk*, Id_admin, kode_bahan, jumlah_masuk, tgl_masuk, tgl_ex
5	Bahan Keluar	ID_bahankeluar*, kode_bahan, jumlah_keluar, tgl_keluar, ket_keluar, id_user

**Primary Key*

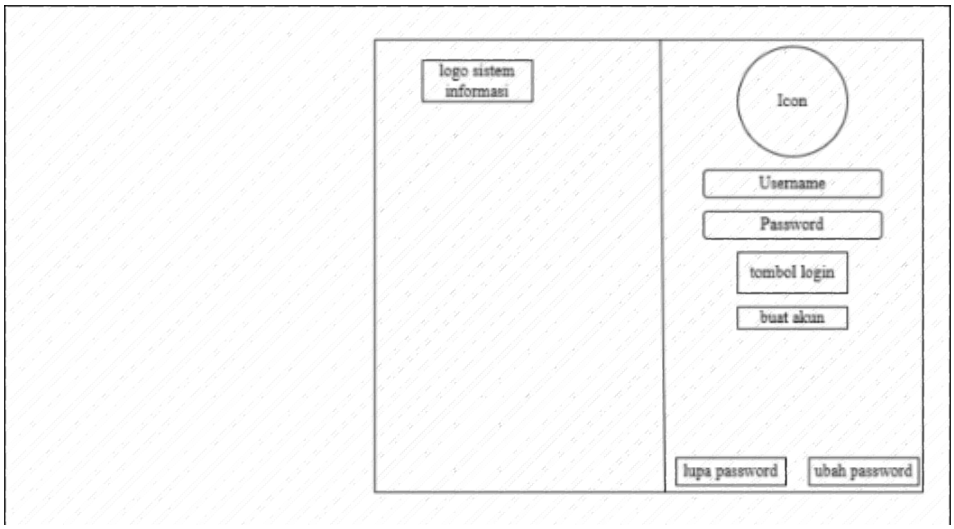
b. Desain Antarmuka (*Interface*)

Desain antarmuka sistem ini dirancang untuk memastikan interaksi yang intuitif dan efisien bagi pengguna, baik admin maupun *user*. Form *Login* berfungsi sebagai autentikasi dengan dua kolom input untuk *username* dan *password*, serta tombol *Login* untuk verifikasi akses. Sistem secara otomatis menyesuaikan hak akses setelah *login*, di mana admin memiliki kontrol penuh terhadap sistem, sementara user hanya dapat mengakses fitur tertentu. Form ini juga dilengkapi dengan opsi lupa *password*, ubah *password*, dan pendaftaran akun baru.



Gambar 3. Desain *inteface* form *login*

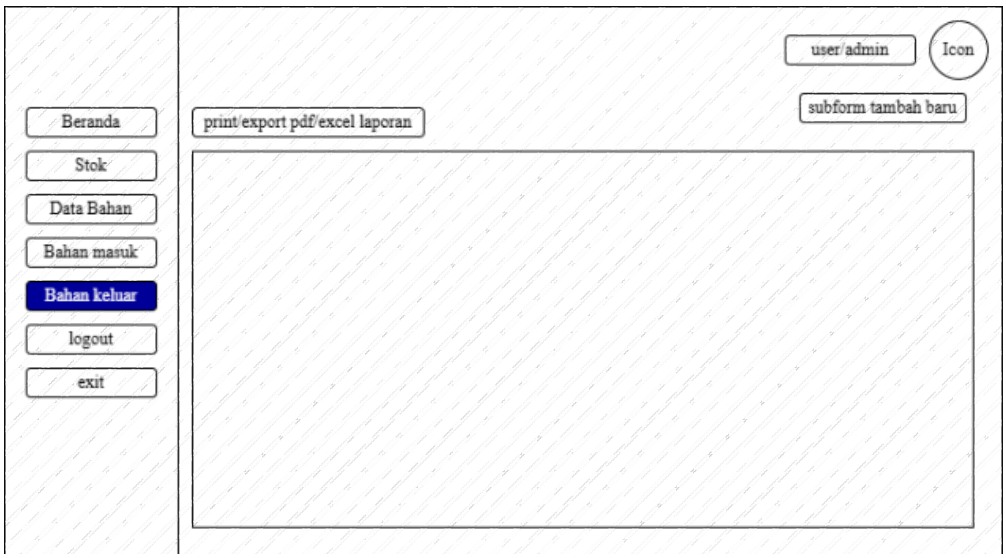
p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625



Gambar 4. Desain *interface* form stok bahan kimia

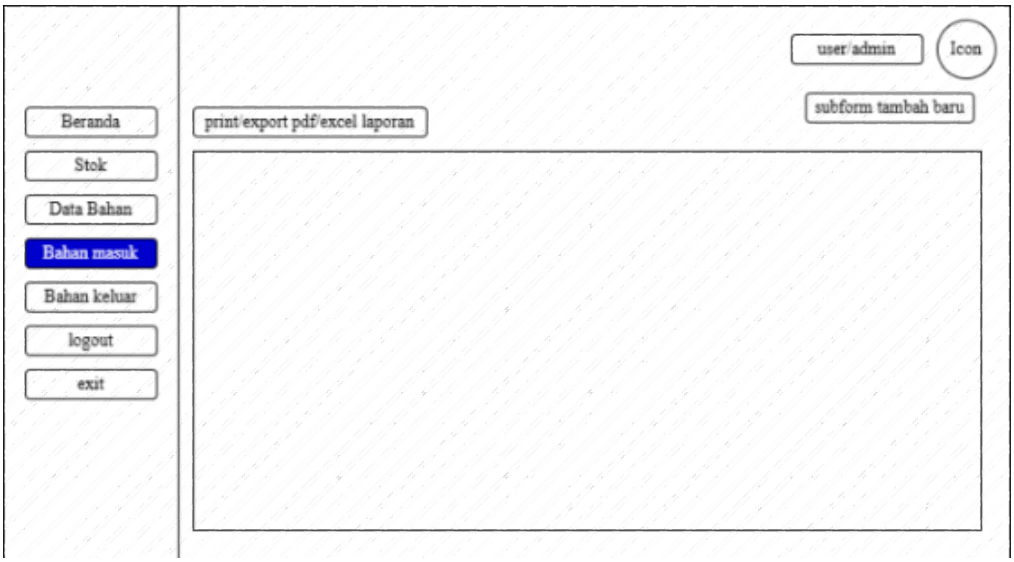
Form Stok Bahan menyajikan informasi persediaan dalam tampilan yang sistematis, mencakup kode bahan, nama, jenis, wujud, jumlah stok, serta status stok. Tampilan ini dirancang agar mudah dibaca dan mendukung pemantauan stok secara *real-time*.

Form Bahan Masuk memfasilitasi pencatatan bahan yang diterima dengan kolom *input* untuk kode bahan, tanggal masuk, tanggal kedaluwarsa, jumlah, serta ID penerima.



Gambar 5. Desain *interface* form bahan masuk

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625



Gambar 6. Desain *interface* form bahan keluar

Form Bahan Keluar mencakup kolom *input* untuk ID pengguna, kode bahan, jumlah yang dikeluarkan, keterangan, dan tanggal keluar bahan.

c. Tahap Implementasi

Proses implementasi merupakan tahap penerapan dari seluruh perencanaan, pemodelan, dan desain yang telah dirancang sebelumnya menjadi bentuk sistem informasi yang nyata. Untuk mengimplementasikan perancangan ini, SIMLAB menggunakan *software* Microsoft Access dan *Visual Basic for Aplication* (VBA).

1) Implementasi *Database*

Implementasi *database* dimulai dengan pembuatan tabel beserta atribut-atributnya berdasarkan desain yang telah direncanakan. Tabel ini berperan sebagai media penyimpanan untuk mengelola data, baik untuk penambahan maupun pembaruan.

Field Name	Data Type	
id_user	AutoNumber	User ID
uname	Short Text	Nama User
uphone	Short Text	4 digit belakang no hp
udate	Date/Time	tanggal
ugender	Short Text	Jenis kelamin
uage	Number	umur user
uusername	Short Text	username
upassword	Short Text	password

Gambar 8. Tabel *user*

Field Name	Data Type
kode_bahan	Short Text
nama_bahan	Short Text
merek_bahan	Short Text
wujud_bahan	Short Text
satuan_bahan	Short Text
batas_bahan	Number

Gambar 7. Tabel daftar bahan

Field Name	Data Type
id_bahanmasuk	Short Text
id_user	Number
kode_bahan	Short Text
jumlah_masuk	Number
satuan	Short Text
tanggal_masuk	Date/Time
tanggal_ex	Date/Time

Gambar 10. Tabel daftar bahan masuk

Field Name	Data Typ
id_bahankeluar	AutoNumber
id_user	Short Text
kode_bahan	Short Text
tgl_keluar	Date/Time
jumlah_keluar	Number
mata_kuliah	Short Text

Gambar 9. Tabel bahan keluar

2) Implementasi Formulir

Implementasi formulir dilakukan untuk memudahkan pengguna dalam memasukkan data ke dalam sistem informasi yang telah dilengkapi dengan fitur pendaftaran akun baru, lupa *password* dan ubah *password*. Setelah tahap

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

implementasi form selesai, tahap selanjutnya adalah pengkodean sistem (*coding*) yang berfungsi untuk merealisasikan logika dari tiap komponen yang telah dirancang. Pengkodean mencakup fungsi *login*, pembuatan akun, ubah *password*, lupa *password*, mengaktifkan fungsi tombol simpan data pada form daftar bahan, bahan masuk dan bahan keluar, serta pada fungsi tombol *edit* data pada masing-masing form.

```
btn_login                                                    Click
Dim userCount As Integer
Dim adminCount As Integer
Dim activeUser As String
Dim userRole As String
Dim username As String
Dim password As String

On Error GoTo ErrHandler

' Ambil nilai dari textbox
username = Me.txt_username
password = Me.txt_password

' Validasi input tidak kosongs
If IsNull(username) Or IsNull(password) Then
    MsgBox "Username dan Password tidak boleh kosong!", vbExclamation, "Login Gagal"
    Exit Sub
End If

' Periksa keberadaan username dan password di tabel tb_iduser
userCount = DCount("*", "tb_iduser", "uusername='" & username & "' AND upassword='" & password & "'")

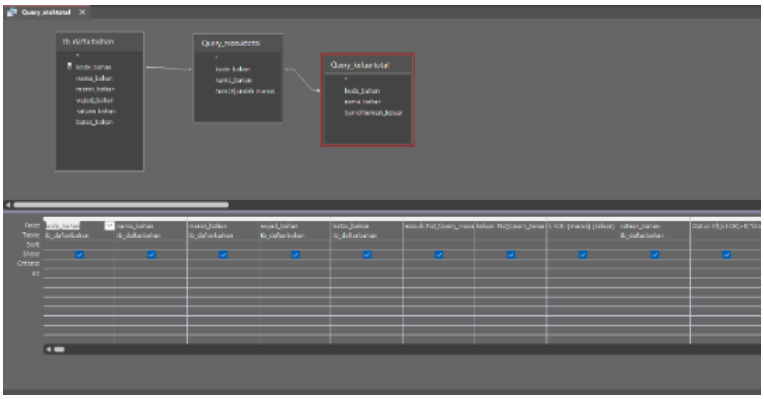
' Periksa keberadaan username dan password di tabel tb_admin
adminCount = DCount("*", "tb_admin", "ausername='" & username & "' AND apassword='" & password & "'")

' Jika tidak ditemukan di kedua tabel
If userCount = 0 And adminCount = 0 Then
    Me.lbl_incorrect.Visible = True
    Me.lbl_incorrect.Caption = "Username atau Password salah!"
    Exit Sub
End If

' Login berhasil: tutup form login dan buka mainboard
DoCmd.Close acForm, "frm_login"
DoCmd.OpenForm "mainboard"

' Tentukan user aktif dan jabatan
If userCount > 0 Then
    activeUser = username
    userRole = "User"
    Call SetUserAccess("user") ' Set akses untuk user
```

Gambar 11. Pengkodean sistem pada form *login*

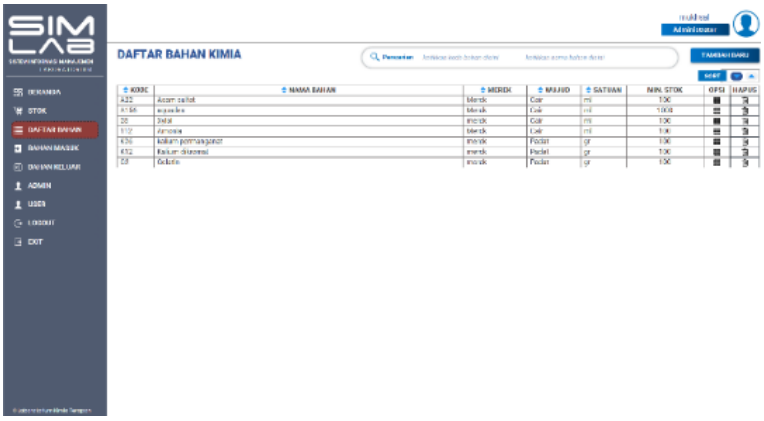


Gambar 12. *Query* stok bahan kimia

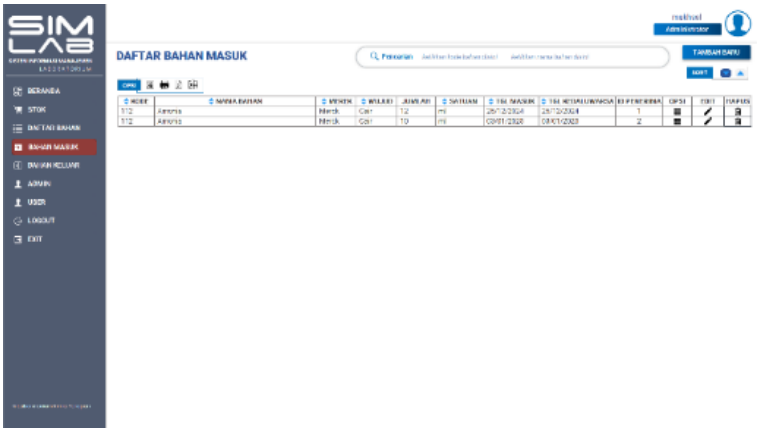


Gambar 13. Implementasi antarmuka halaman *login*

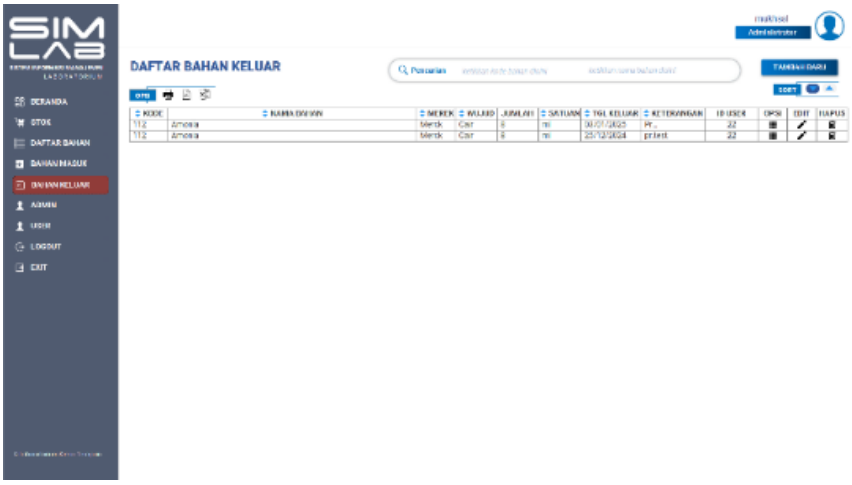
p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625



Gambar 14. Implementasi halaman daftar bahan

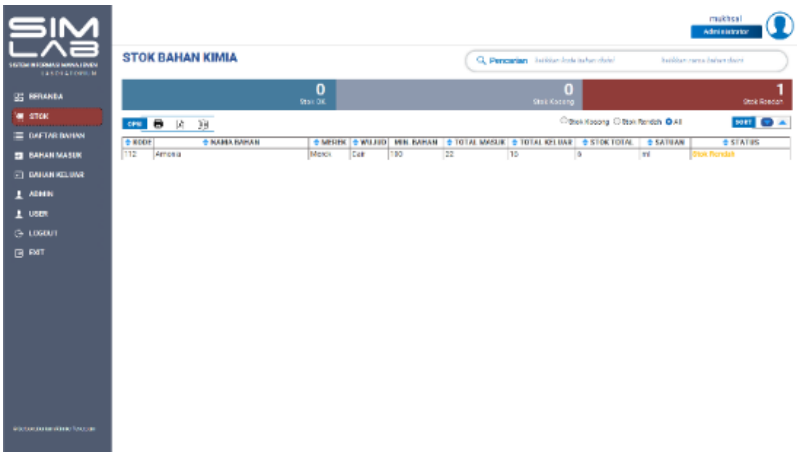


Gambar 15. Implementasi halaman bahan masuk



Gambar 16. Implementasi halaman bahan keluar

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625



Gambar 17.11 Antarmuka halaman stok bahan kimia

3. Pengujian Sistem

Black Box Testing dilakukan untuk memastikan bahwa sistem informasi persediaan bahan kimia bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Pengujian ini berfokus pada fungsionalitas sistem berdasarkan masukan (*input*) dan keluaran (*output*) tanpa memperhatikan kode sumbernya.

Pada pengujian ini, berbagai fitur utama sistem diuji, seperti pengelolaan bahan kimia, *monitoring* stok secara *real-time*, pengelolaan laporan, percetakan *QR Code* untuk bahan kimia yang masuk, pengelolaan akun admin dan akun *user* (pengguna), serta fitur keamanan seperti lupa *password* dan perubahan *password*. Setiap pengujian dirancang untuk mengidentifikasi kemungkinan kesalahan atau ketidaksesuaian dalam sistem agar dapat diperbaiki sebelum digunakan secara penuh, *Black box testing* pada sistem informasi stok bahan tersebut ditampilkan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 2. *Black Box Testing* pada *prototype* sistem informasi

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Input	Ekspektasi Output	Hasil Uji	Status
1	*Login* Sistem	Masukkan *username* dan *password* yang valid	*Username* dan *password* yang terdaftar	Sistem berhasil masuk ke beranda	Berhasil	Lulus
2	*Login* Sistem	Masukkan *username* dan *password* yang salah	*Username* dan *password* yang tidak terdaftar	Muncul pesan *error* "*Username* atau *Password* salah"	Berhasil	Lulus
3	Tambah Data Bahan Kimia	Input data bahan baru		Data berhasil disimpan, ditampilkan di daftar, dan form dikosongkan.	Berhasil	Lulus
4	*Edit* Data Bahan Kimia	*Edit* informasi bahan		Data telah diperbaharui	Berhasil	Lulus
5	Hapus Data Bahan Kimia	Hapus bahan dari sistem	Klik ikon hapus	Data bahan terhapus dari daftar	Berhasil	Lulus

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Input	Ekspektasi Output	Hasil Uji	Status
6	*Monitoring* Stok	Lihat daftar bahan kimia secara *real-time*	Akses ke menu stok	Fitur grup stok berfungsi dengan baik, kolom status menampilkan kondisi stok saat ini.	Berhasil	Lulus
7	Melihat Laporan Bahan Kimia Masuk	Akses menu laporan bahan masuk	Klik ikon *print*	Data bahan masuk ditampilkan sebagai laporan dan dapat dicetak.	Berhasil	Lulus
8	Melihat Laporan Bahan Kimia Keluar	Akses menu laporan bahan keluar	Klik ikon *print*	Data bahan keluar ditampilkan sebagai laporan dan dapat dicetak.	Berhasil	Lulus
9	Validasi Stok Bahan Kimia Keluar	Input jumlah bahan keluar melebihi stok tersedia		Muncul notifikasi bahwa stok tidak mencukupi.	Berhasil	Lulus
10	Konversi laporan bahan masuk ke PDF	Simpan laporan bahan masuk sebagai PDF	Klik ikon PDF.	File PDF berhasil disimpan	Berhasil	Lulus
11	Konversi laporan bahan keluar ke PDF	Simpan laporan bahan keluar sebagai PDF	Klik ikon PDF.	File PDF berhasil disimpan	Berhasil	Lulus
12	Konversi Laporan bahan masuk ke Excel	Simpan laporan bahan masuk sebagai excel	Klik ikon excel	File excel berhasil disimpan	Berhasil	Lulus
13	Konversi laporan bahan keluar ke excel	Simpan laporan bahan keluar sebagai excel	Klik ikon excel	File excel berhasil disimpan	Berhasil	Lulus
14	Cetak *QR Code* Bahan Kimia Masuk	Cetak *QR Code* untuk bahan masuk	Klik ikon *QR Code*	*QR Code* ditampilkan dengan benar dan bisa dicetak	Berhasil	Lulus
15	*Logout* Sistem	Keluar dari sistem setelah penggunaan	Klik menu logout	Sistem Kembali ke halaman login	Berhasil	Lulus
16	*Exit* Sistem	Keluar dari sistem setelah penggunaan	Klik menu *Exit*	Sistem tertutup dengan benar	Berhasil	Lulus
17	Membuat Akun *User*– Halaman *Login*	*Input* data *user* baru	Nama, *Email*, No HP, *Username*, *Password*	Akun berhasil dibuat	Berhasil	Lulus
18	Validasi Nomor HP – Halaman *Login*	Input nomor HP kuran dari atau lebih dari 4 digit terakhir nomor HP		Muncul notifikasi “Nomor HP harus terdiri dari 4 digit”	Berhasil	Lulus
19	Lupa *Password*-Cek Validitas	Masukkan 4 digit terakhir nomor HP yang terdaftar		Muncul kolom untuk reset password	Berhasil	Sesuai
20	Lupa *Password*-Cek Validitas	Masukkan 4 digit terakhir nomor HP yang tidak terdaftar		Muncul notifikasi “Nomor HP tidak ditemukan, periksa kembali nomor HP Anda”	Berhasil	Lulus
21	*Reset Password*-Cek Validitas	Masukkan *password* baru dan konfirmasi *password* baru yang tidak sama	*Password* : 3333 Konfirmasi *Password* Baru : 3334	Muncul notifikasi bahwa *password* tidak cocok	Berhasil	Lulus

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

No	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Input	Ekspektasi Output	Hasil Uji	Status
22	Ubah *Password* – Halaman *Login*	Klik fitur ubah *password*	Klik pada tulisan ubah *password*	Halaman ubah *password* terbuka	Berhasil	Lulus
23	Ubah *Password* – Halaman Ubah *Password*	Masukkan *password* lama yang salah		Muncul notifikasi bahwa *password* tidak ditemukan, periksa Kembali *password* anda.	Berhasil	Lulus
24	Ubah *Password* – Validasi *Password* Baru	*Password* baru dan konfirmasi *password* baru yang tidak sama		Muncul notifikasi bahwa *password* tidak cocok	Berhasil	Lulus
25	Ubah *Password*	Masukkan *password* lama yang benar dan *password* baru yang cocok		Muncul notifikasi bahwa *Password* berhasil diperbaharui, silahkan *login* kembali	Berhasil	Lulus

Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan sistem informasi pengendalian persediaan bahan kimia di laboratorium Politeknik XYZ untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi manajemen inventaris. Sistem ini mengintegrasikan data pergerakan bahan kimia, memungkinkan pemantauan stok secara *real-time,* serta menyediakan fitur pelaporan dan pencetakan *barcode* guna mendukung pengelolaan persediaan yang akurat. Hasil *Black Box Testing* menunjukkan bahwa sistem berfungsi sesuai spesifikasi, dengan fitur pencatatan bahan masuk dan keluar, konversi laporan ke PDF dan Excel, manajemen akun, serta validasi stok yang berjalan optimal. Sistem juga dilengkapi mekanisme keamanan, seperti pengelolaan kata sandi dan validasi akses pengguna. Implementasi sistem ini diharapkan meningkatkan efisiensi operasional laboratorium dengan mengurangi kesalahan pencatatan, mencegah ketidakseimbangan stok, serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data melalui pemantauan stok *real-time* dan otomatisasi pengelolaan persediaan.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memfasilitasi dalam penyusunan jurnal ini, semoga informasi yang termuat dalam jurnal dapat bermanfaat khususnya bagi laboran yang dalam pengelolaan laboratorium.

Daftar Pustaka

[1]. Li, X., Zhang, C., Almeev, R. R., & Holtz, F. “GeoBalance: An Excel VBA program for mass balance calculation in geosciences”. *Geochemistry*, *80*(2), 125629. 2020. https://doi.org/10.1016/J.CHEMER.2020.125629

[2]. Hikmah Maulida, N., Tanjung Nyaho Jl Yos Sudarso, K., & Raya, P. *Studi Literatur Penerapan Metode Prototype Dan Waterfall Dalam Pembuatan Sebuah Aplikasi Atau Website*. 2022.

[3]. Otto, K. & Wood,K. Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Design. Prentice-Hall. 2001.

[4]. Aldy Nifratama, Tri Suratno, & Daniel Arsa, “Analisis dan Evaluasi Pengujian pada Penerapan Metode Prototype dalam Software Engineering”, *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, *18*(1), 128–138, 2024. https://doi.org/10.33998/mediasisfo.2024.18.1.1649

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

[5]. Laudon, K. C., & Laudon, J. P. Management Information Systems: Managing the Digital Firm (16th ed.). Pearson, 2020.
[6]. Nugroho, R. A, “Sistem Informasi Manajemen Laboratorium Kimia Berbasis Web di Universitas XYZ. Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer”, 5(2), 123-130, 2018.
[7]. Setiawan, A., & Ramadhan, R, "Perancangan Sistem Informasi Inventaris Laboratorium Berbasis Web untuk Mendukung Manajemen Persediaan Bahan Kimia." Jurnal Sistem Informasi, 13(1), 45-54, 2021.
[8]. Oemry, M. N, "Pentingnya Sistem Informasi Terpadu dalam Manajemen Laboratorium." Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, 7(3), 201-209, 2019.
[9]. Turban, E., Volonino, L., & Wood, G, Information Technology for Management: Advancing Sustainable, Profitable Business Growth (10th ed.). Wiley. 2015.
[10]. Nugraha, D. Y., & Prasetyo, H, "Implementasi Sistem Informasi Inventarisasi Bahan Kimia Laboratorium." Jurnal Rekayasa dan Sistem Industri, 9(2), 89-97, 2020.
[11]. Wahyuni, D., & Sari, M, “Efektivitas Sistem Informasi dalam Pengelolaan Inventaris Laboratorium Pendidikan.” Jurnal Pendidikan dan Teknologi, 4(1), 56–64, 2022.
[12]. Yuliana, A., Hartono, F., & Dewi, L, “Manajemen Bahan Kimia Laboratorium dengan Sistem Informasi Terpadu.” Jurnal Sistem Informasi dan Informatika, 6(1), 77–85, 2023.
[13]. Anshari, R., & Kurniawan, D, “Penerapan Sistem Informasi Stok Berbasis Web untuk Laboratorium Kimia di Institusi Pendidikan.” Jurnal Teknologi Informasi dan Sains, 10(2), 112–119, 2022.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

UTILIZATION OF LEATHER WASTE FROM PRACTICUM ACTIVITIES IN THE PRODUCTION OF BUCKET HATS

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SISA PRAKTIKUM DALAM PEMBUATAN *BUCKET HAT*

Gilang Alfurqoni Surya Kusuma Ningtyas [1,*]

[1]Jurusan Teknologi Pengolahan Produk Kulit,Politeknik ATK Yogyakarta, Indonesia

[*]Corresponding author: oniuya@gmail.com

Abstract:
Workshops or laboratories in educational units are among the producers of waste that can cause environmental problems if not managed properly. One of the duties of a Laboratory Technician (PLP) is to ensure that laboratory waste management is carried out effectively and sustainably. In practical activities involving leather testing conducted by students, waste is generated in the form of leather scraps and rejected leather, which falls under the category of practicum waste. This waste needs to be recycled through a series of treatments so it can be repurposed as material for fashion products, specifically bucket hats. The creation of the bucket hat as a result of recycling practicum leather waste is carried out using a creation method based on the Design Thinking concept, which consists of five stages: Empathize, Define, Ideate, Prototype, and Test. The process of making the bucket hat includes both manual work and machine use. This research produced a bucket hat product titled "Roboard Hat," a futuristic-style hat made from leather waste material with added used keyboard accents. The study concludes that waste generated from practicum activities can be repurposed into a fashion product with artistic value.
Keywords: *Waste, Bucket Hat, Leather, Laboratory Management*

Intisari:
Workshop atau laboratorium di lingkungan unit pendidikan merupakan salah satu penghasil limbah yang berpotensi menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Salah satu tugas dari Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) adalah memastikan bahwa pengelolaan limbah laboratorium dilakukan secara efektif dan berkelanjutan. Dalam kegiatan praktikum pengujian kulit yang dilakukan oleh mahasiswa, dihasilkan limbah berupa potongan-potongan kulit dan kulit *reject* yang termasuk dalam kategori limbah sisa praktikum. Limbah tersebut perlu didaur ulang melalui serangkaian perlakuan, sehingga dapat dimanfaatkan kembali sebagai material untuk pembuatan produk *fashion*, dalam hal ini adalah *bucket hat*. Pembuatan *bucket hat* sebagai hasil dari proses daur ulang limbah kulit sisa praktikum dilakukan dengan menggunakan metode penciptaan yang mengacu pada konsep *Design Thinking* yang terdiri dari lima tahapan, yaitu *Empathize*, *Define*, *Ideate*, *Prototype*, dan *Test*. Teknik pengerjaan *bucket hat* ini mencakup pengerjaan manual dan menggunakan mesin. Penelitian ini menghasilkan sebuah produk *bucket hat* berjudul "*Roboard Hat*" yang merupakan topi bergaya

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625
futuristic terbuat dari material utama limbah kulit dengan aksen *keyboard* bekas. Penelitian ini menyimpulkan bahwa limbah yang dihasilkan dari kegiatan praktikum dapat dimanfaatkan kembali menjadi sebuah produk *fashion* yang bernilai seni.
Kata kunci: Limbah*, Bucket Hat,* Kulit, Pengelolaan Laboratorium

Pendahuluan

Aktivitas manusia dalam berbagai sektor kehidupan, mulai dari rumah tangga, industri, hingga institusi pendidikan, secara terus-menerus menghasilkan limbah dalam jumlah dan jenis yang sangat beragam. Limbah tersebut bisa berupa limbah organik, anorganik, limbah cair, limbah padat, hingga limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Meskipun volume dan kompleksitas limbah terus meningkat seiring pertumbuhan populasi dan aktivitas manusia, upaya pengolahan dan pengelolaannya masih tergolong minim. Salah satu limbah padat yang sering diabaikan adalah limbah kulit samak, yang berasal dari sisa-sisa bahan praktik di *workshop* atau laboratorium pendidikan seperti potongan kulit yang tidak terpakai, limbah hasil uji coba produk, hingga bahan gagal produksi. Meskipun jumlahnya tidak sebesar limbah industri penyamakan skala besar, limbah dari kegiatan akademik ini tetap memiliki potensi mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik.

Salah satu tugas Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) adalah memastikan pengelolaan limbah laboratorium dilakukan secara efektif dan berkelanjutan. Limbah laboratorium yang tidak terkelola dengan baik dapat menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan serta mengurangi efisiensi penggunaan sumber daya. Salah satu jenis limbah yang dihasilkan dalam lingkungan akademik, khususnya di Politeknik ATK Yogyakarta, adalah limbah kulit sisa dari praktikum pengujian mahasiswa. Limbah ini sering kali tidak dimanfaatkan secara optimal dan berpotensi menambah jumlah sampah yang dapat mencemari lingkungan.

Dalam konteks pengelolaan laboratorium, Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) memiliki peran penting dalam memastikan bahwa limbah yang dihasilkan dari proses praktikum tidak hanya dibuang, tetapi dikelola secara efektif. Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan adalah dengan menerapkan prinsip 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) dalam aktivitas laboratorium. Prinsip ini mendorong pengurangan limbah sejak awal, pemanfaatan kembali bahan yang masih layak, serta daur ulang material yang tidak dapat digunakan secara langsung. Menurut Abdul-Rahman [1], penerapan prinsip 3R secara konsisten merupakan salah satu strategi paling efektif dalam mengelola limbah dan meminimalkan dampaknya terhadap lingkungan. Sisa kulit yang tidak lagi memenuhi standar industri karena ukuran kecil atau kondisi cacat, namun masih memiliki kekuatan material, dapat dimanfaatkan kembali melalui proses *recycle* atau daur ulang kreatif. Salah satu alternatif pengolahannya adalah dengan menjadikannya produk fesyen seperti *bucket hat*. Pendekatan ini tidak hanya mendukung pengurangan volume limbah yang berakhir di tempat pembuangan akhir, tetapi juga mendorong integrasi antara edukasi, kreativitas, dan keberlanjutan. Selain memberikan nilai tambah secara ekonomi, penelitian ini sekaligus menunjukkan peran aktif Pranata Laboratorium Pendidikan (PLP) dalam mengelola limbah laboratorium secara bertanggung jawab dan mendukung terwujudnya kampus berwawasan lingkungan.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Metode Penelitian

Alat dan Bahan

Tabel 1. Alat yang Digunakan

No.	Nama Alat	Fungsi
1.	Alat Tulis	Membuat pola
2.	*Cutter*	Memotong pola
3.	*Cutting Mat*	Alas potong
4.	Gunting	Memotong bahan
5.	Wadah Lem	Tempat lem
6.	Mesin Jahit *Flat Bed*	Menjahit/ merakit komponen
7.	Mesin Jahit *Post Bed*	Menjahit/ merakit komponen
8.	Pendedel	Membongkar jahitan
9.	Plong Bulat	Membuat lubang
10.	Jarum Jahit Manual	Menjahit ornamen
11.	Palu	Alat pukul
12.	Alas Pukul (Pandokan)	Alas pukul
13.	Besi Kaki Tiga	Alas pukul
14.	Pita Ukur	Alat ukur
15.	Korek Api	Membakar sisa benang
16.	Paku	Membuat lubang pada logam
17.	Kikir	Menghaluskan ujung-ujung yang runcing

Tabel 2. Bahan yang Digunakan

No.	Nama Bahan	Fungsi
1.	Kertas HVS	Bahan pembuatan pola
2.	Kertas Malaga	Bahan pembuatan pola
3.	Kulit Limbah	Bahan utama *bucket hat*
4.	Sponati	Penguat dalam *bucket hat*
5.	Pakaian Bekas	Furing *bucket hat*
6.	*Keyboard* Bekas	Ornamen *bucket hat*
7.	Lem Kuning	Menempelkan komponen
8.	Benang *Nylon*	Menjahit mesin
9.	Senar Transparan	Menjahit manual
10.	*Silver Pen*	Memola, menandai
11.	*Clear Pen*	Menghilangkan bekas *silver pen*

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Metode

Design Thinking

Penelitian ini menggunakan pendekatan *design thinking* dalam proses penciptaan produk *bucket hat*. *Design thinking* dipilih karena mampu memberikan solusi inovatif melalui pendekatan yang berpusat pada pengguna (*user-centered design*). Pendekatan ini dianggap relevan untuk menggali kebutuhan, permasalahan, serta preferensi pengguna yang menjadi dasar dalam perancangan produk fesyen.

Menurut Palgunadi [2], istilah "disain" atau "desain" memiliki makna yang setara dengan kata "rencana", di mana proses perancangan tidak dapat dipisahkan dari proses penciptaan produk. Sejalan dengan pendapat Sipahelut dan Petrusumadi [3], karya seni dan kriya tidak bisa dihasilkan secara sembarangan tanpa proses perencanaan yang matang. Ford dalam Hendriyana [4] menyebutkan bahwa *design thinking* lebih menitikberatkan pada tahapan implementasi secara sistematis dalam menciptakan sebuah karya desain maupun kriya. Proses *design thinking* dalam penelitian ini terdiri dari enam tahapan utama, yaitu:

1. ***Empathize***
   Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi dan wawancara terhadap calon pengguna *bucket hat* untuk mengetahui kebutuhan, selera, dan permasalahan yang dihadapi terkait penggunaan penutup kepala. Pendekatan empatik dilakukan dengan studi literatur tren mode, serta observasi lapangan terhadap produk serupa yang telah ada.
2. ***Define***
   Hasil dari tahap empati dianalisis untuk mengidentifikasi inti permasalahan dan peluang desain. Dalam konteks ini, ditemukan bahwa banyak pengguna menginginkan *bucket hat* yang tidak hanya estetis, tetapi juga fungsional dan nyaman digunakan di iklim tropis.
3. ***Ideate***
   Peneliti mulai merancang berbagai alternatif solusi desain berdasarkan hasil analisis. Beberapa sketsa awal dibuat dengan mempertimbangkan elemen estetika, ergonomi, dan fungsionalitas.
4. ***Prototype***
   Sketsa terpilih kemudian dikembangkan menjadi prototipe awal menggunakan material yang sesuai. Prototipe dibuat untuk diuji secara langsung oleh pengguna.
5. ***Test***
   Prototipe diuji oleh pengguna sasaran. Peneliti mencatat respon, kenyamanan, serta saran perbaikan yang diberikan pengguna selama penggunaan produk.

Hasil dan Pembahasan

1. *Tahap Emphatize*

Pada tahap ini, penulis mengidentifikasi permasalahan melalui proses empati terhadap lingkungan akademik di Politeknik ATK Yogyakarta. Berdasarkan observasi langsung, ditemukan bahwa salah satu sumber limbah utama berasal dari sisa bahan praktik mahasiswa, yaitu limbah kulit. Limbah ini berpotensi mencemari lingkungan jika tidak dimanfaatkan kembali secara optimal.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

a. Data Acuan

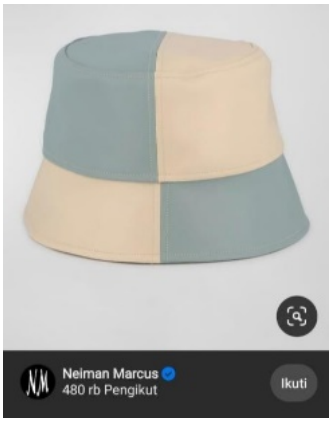
1) Limbah Kulit



Gambar 1. Limbah Kulit Sisa Praktikum

Foto di atas menunjukkan limbah kulit hasil praktik mahasiswa yang menumpuk di area laboratorium. Limbah ini beragam dalam warna dan ukuran, dan memiliki potensi untuk didaur ulang menjadi produk baru seperti gantungan kunci, dompet mini, atau aksesoris kecil lainnya.

2) Bucket Hat



Gambar 2. *Bucket Hat* Kulit

Berdasarkan observasi terhadap tren aksesori di kalangan generasi muda, bucket hat menjadi salah satu item yang kembali populer sejak pertengahan 2022. Pemilihan desain yang kasual, simetris, dan penggunaan bahan kulit memberikan kesan modern sekaligus fungsional. Dalam konteks pemanfaatan limbah kulit, *bucket hat* memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai produk ramah lingkungan yang bernilai ekonomis. Hal ini mendukung pendekatan desain berkelanjutan (*sustainable design*) serta menambah nilai guna dari material sisa.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

3) Futuristic Style



Gambar 3. *Futuristic Style*

Gaya *futuristic style* dipilih sebagai referensi estetika dalam proses perancangan karena merepresentasikan semangat inovasi dan eksplorasi bentuk. Gaya ini menonjolkan elemen desain geometris, material eksperimental, dan kesan *avant-garde*. Dalam konteks pemanfaatan limbah kulit, pendekatan ini membuka peluang untuk menciptakan produk yang tidak hanya fungsional tetapi juga memiliki nilai artistik tinggi. Hal ini selaras dengan prinsip *design thinking* yang menekankan inovasi berbasis empati dan eksplorasi solusi non-konvensional terhadap isu lingkungan.

2. Tahap Define

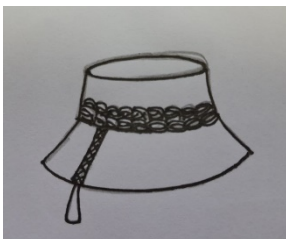
Tahap *define* merupakan proses pengolahan data yang bertujuan untuk memperjelas dan mematangkan konsep penciptaan. Data acuan yang dikumpulkan berkaitan dengan permasalahan limbah kulit sisa praktikum yang menimbulkan penumpukan limbah padat sulit terurai di laboratorium, kemudian data pendukung terkait pesatnya perkembangan dunia *fashion*, termasuk dengan kembalinya tren penggunaan *bucket hat* sebagai aksesori gaya yang popular dan juga *futuristic style* sebagai tema *bucket hat*. Sehingga penulis memutuskan untuk mendaur ulang limbah kulit menjadi sebuah produk yang lebih bernilai yaitu *bucket hat* bergaya *futuristic*.

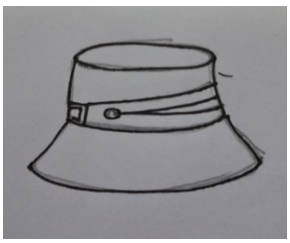
3. Tahap Ideate

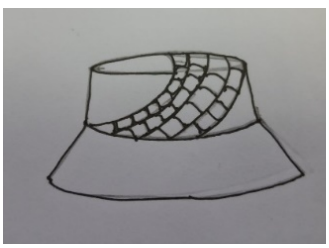
Pada tahap ini, penulis mulai menuangkan ide-ide ke dalam berbagai sketsa alternatif. Beberapa di antaranya kemudian dipilih sebagai desain final, yang selanjutnya dikembangkan menjadi gambar kerja lengkap beserta pola untuk proses produksi.

a. Sketsa

Berikut merupakan beberapa sketsa desain *bucket hat*:





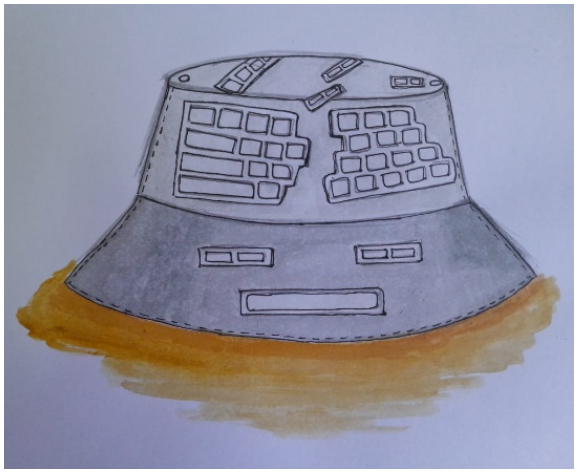


p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625



Gambar 4. Sketsa Desain

b. Desain Final



Gambar 5. Desain Final

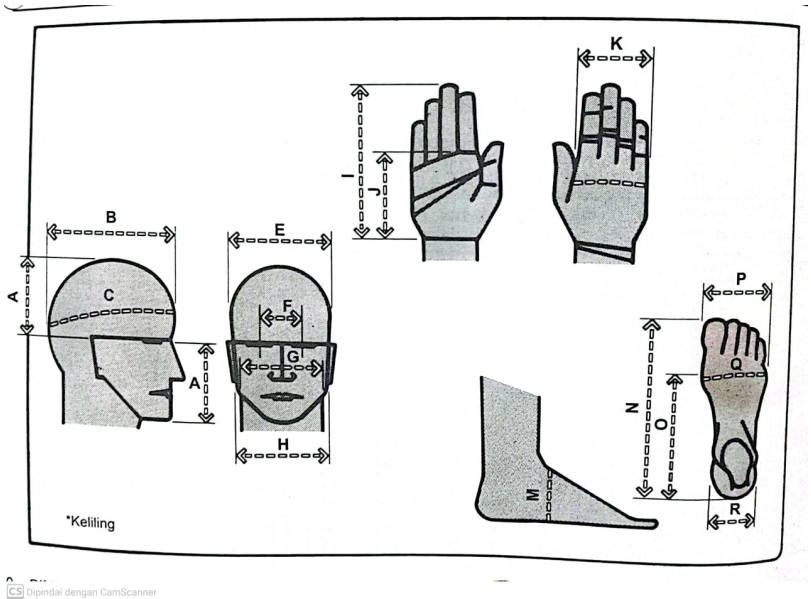
p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Dalam membuat ukuran produk, penulis mengacu pada teori Ergonomi dan Antropometri. Sanders dan McCormick dalam Sugiono [5] mendefinisikan ergonomi sebagai ilmu yang mempelajari serta menerapkan informasi mengenai perilaku manusia, kemampuannya, keterbatasannya, dan karakteristik manusia lainnya untuk merancang peralatan bantu, mesin, aktivitas, pekerjaan, dan lingkungan yang lebih produktif, aman, nyaman, dan efektif saat digunakan oleh manusia.

Ergonomi berkembang bersamaan dengan antropometri, karena keduanya memiliki hubungan yang erat. Antropometri adalah ilmu yang mempelajari ukuran dan proporsi tubuh manusia. Menurut Stevenson dan Nurmianto dalam Nurmianto[6], antropometri adalah kumpulan data numerik yang berkaitan dengan karakter fisik tubuh manusia, seperti ukuran, bentuk, dan kekuatan, serta penerapan data tersebut dalam menangani masalah desain. Data antropometri umumnya diperoleh dari perhitungan terhadap sejumlah sampel orang, yang kemudian disajikan dalam bentuk perhitungan statistik[7]. Berikut ini adalah tabel antropometrik yang menunjukkan dimensi kepala, wajah, tangan, dan kaki:

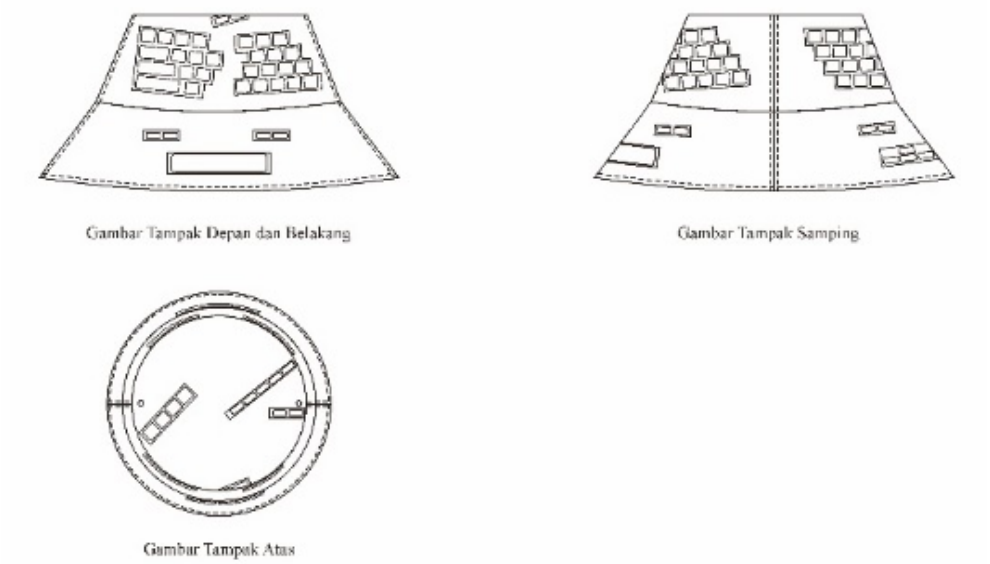
Dimensi Kepala, Wajah, Tangan dan Kaki pada Kelompok Pria Dewasa dalam Satuan Inci dan cm menurut Seleksi Persentil.

		A	B	C*	D	E	F	G	H	I
95	in	5,0	6,50	23,59	5,13	8,27	2,71	5,94	5,98	8,07
	cm	12,7	16,5	59,9	13,0	21,0	6,9	15,1	15,2	20,5
5	in	4,1	5,80	21,74	4,35	7,39	2,24	5,27	5,26	7,00
	cm	10,4	14,7	55,2	11,0	18,8	5,7	13,4	13,4	17,8
		J	K	L*	M*	N	O	P	Q*	R
95	in	4,63	3,78	9,11	10,95	11,44	8,42	4,18	10,62	2,87
	cm	11,8	9,6	23,1	27,8	29,1	21,4	10,6	27,0	7,3
5	in	3,92	3,24	7,89	9,38	9,89	7,18	3,54	9,02	2,40
	cm	10,0	8,2	20,0	23,8	25,1	18,2	9,0	22,9	6,1

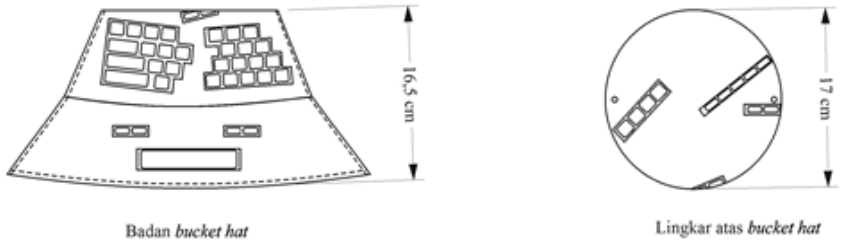


Gambar 6. Tabel Antropometrik Dimensi Kepala, Wajah, Tangan, dan Kaki
Sumber: [8]

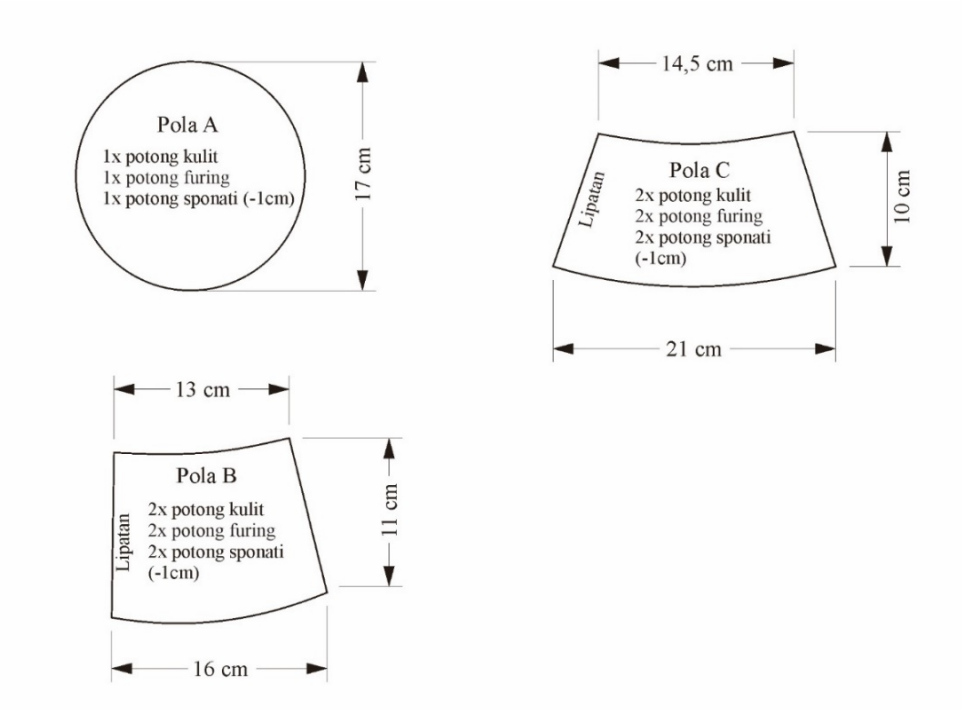
p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625



Gambar 7. Penerapan Ukuran Antropometri dalam Gambar Tampak *Bucket Hat*



Gambar 8. Gambar Ukuran Pra Pola *Bucket Hat*

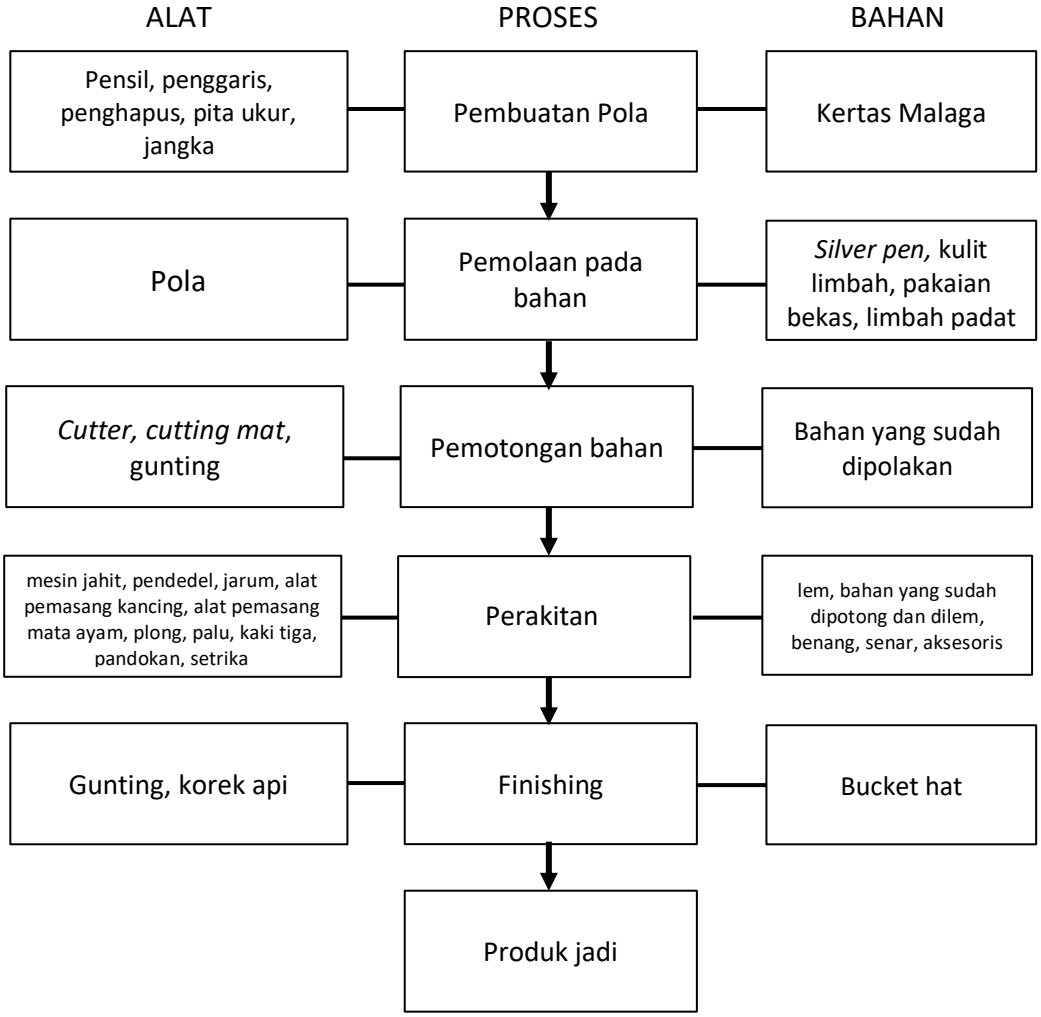


Gambar 9. Pecah Pola *Bucket Hat*

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

4. *Tahap Prototype*

Berikut merupakan skema tahap *prototyping bucket hat*:



Gambar 10. Skema Tahap *Prototyping*

a. *Pembuatan Pola*

Proses pembuatan pola dilakukan menggunakan kertas malaga, disesuaikan dengan ukuran *bucket hat* yang telah ditetapkan. Pola digambar dengan menggunakan alat bantu seperti pensil, penggaris, jangka, penghapus, pita ukur, *cutter*, dan *cutting mat*.

b. *Pemolaan pada Bahan*

Setelah pola selesai dibuat, langkah selanjutnya adalah menjiplaknya ke permukaan bahan menggunakan spidol dan *silver pen*. Pemolaan dilakukan dengan cermat, mengingat bahan yang digunakan merupakan limbah atau bahan bekas, sehingga bagian-bagian yang masih layak pakai harus dipilih secara selektif.

c. *Pemotongan Bahan*

Bahan yang telah dipola kemudian dipotong sesuai garis pola menggunakan gunting. Tahap ini memerlukan ketelitian agar potongan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

d. *Perakitan*

Tahapan ini merupakan proses penyatuan seluruh komponen *bucket hat* menggunakan mesin jahit. Sebelum dirakit, dilakukan juga proses persiapan seperti pengeleman dan pemasangan aksesoris untuk menunjang hasil akhir produk.

e. *Finishing*

Finishing merupakan tahapan akhir dalam proses pembuatan *bucket hat*. Pada tahap ini dilakukan pemotongan benang sisa, pembersihan sisa lem dan tanda pola (*silver pen*), serta penghalusan bagian tepi yang tajam menggunakan kikir, sehingga produk akhir terlihat rapi dan nyaman digunakan.

f. Produk Jadi (Hasil Akhir)



Gambar 11. Produk Jadi

Judul Karya	: *Roboard Hat*
Bahan	: Limbah kulit *reject*, *keyboard* bekas, pakaian bekas, aksesoris
Teknik Pembuatan	: Jahit Mesin
Ukuran	: 35 cm x 35 cm x 16.5 cm

Kesimpulan

Pengelolaan limbah padat laboratorium dapat dilakukan dengan cara mendaur ulang limbah tersebut menjadi produk lain yang lebih bernilai. *Bucket hat* dipilih karena cukup populer dan juga berdasarkan pertimbangan unsur fleksibilitas produk dalam pengaplikasian limbah. Dalam penelitian ini penulis mengangkat gaya *futuristic* untuk menyesuaikan dengan warna kulit yang diperoleh dan *keyboard* bekas yang dijadikan aksesori. Pengerjaan *bucket hat* dimulai dari proses pembuatan desain, kemudian dilanjutkan dengan proses pembuatan pola, pemolaan pada bahan, pemotongan bahan yang sudah dipolakan, perakitan, dan yang terakhir yaitu *finishing*. Secara garis besar *bucket hat* dikerjakan dengan teknik jahit mesin. Penulis berharap *Bucket hat* berjudul "*Roboard Hat*" ini menjadi salah satu inspirasi bagi para pengelola laboratorium untuk semakin kreatif dalam mengelola limbah.

p-ISSN : 1411-7703
e-ISSN : 2746-2625

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan memfasilitasi penyusunan jurnal penelitian ini. Penulis berharap jurnal ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya bagi pengelola laboratorium dalam hal mengelola limbah laboratorium.

Daftar Pustaka

[1] Abdul-Rahman, F. (n.d.), Reduce, Reuse, Recycle: Alternatives for Waste Management Guide G-314. http://aces.nmsu.edu/pubs/_g/G304.pdf
[2] Bram P, Disain Produk 1. Bandung: Penerbit ITB, 2007.
[3] Atisah S dan Petrusumadi, Dasar-Dasar Desain. Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1991.
[4] Husen H, Metodologi Penelitian Penciptaan Karya Practice-Ied Research and Practice-based Research Seni Rupa, Kriya, dan Desain-Edisi Revisi. Yogyakarta: Penerbit ANDI, 2021.
[5] Sugiono, dkk., Ergonomi Untuk Pemula, Prinsip Dasar & Aplikasinya. Malang:UB Press, 2018.
[6] Nurmianto E, Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya Edisi Pertama. Surabaya: Guna Widya, 2003.
[7] Bram P, Disain Produk 3: Mengenal Aspek Disain. Bandung: PenerbitITB, 2008.
[8] J. Panero dan Martin Zelnik, Dimensi Manusia dan Ruang Interior. Jakarta: Erlangga, 2003.