

PERANCANGAN ENLAF ERGONOMIS: INOVASI RUANG KERJA STERIL (STUDI KASUS : UMKM KULTUR JARINGAN PEMBIBITAN JAMUR)

Muhammad Sulthan Nashrullah¹, Hardy Adiluhung², Yanuar Herlambang³

^{1,2,3} *Desain Produk, Fakultas Industri Kreatif, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No 1, Terusan Buah Batu*

– Bojongsoang, Sukapura, Kec. Dayeuhkolot, Kabupaten Bandung, Jawa Barat, 40257

sulthanrull@student.telkomuniversity.ac.id, yanuarh@telkomuniversity.ac.id:

hardydil@telkomuniversity.ac.id

Abstrak: Ruang kerja steril yang nyaman dan terjamin keamanan, penggunaannya semakin meluas dalam berbagai industri, termasuk laboratorium biologi molekuler dan penelitian mikrobiologi. Teknologi ini standar dalam menjaga kebersihan ruangan kritis. Ergonomi dalam konteks penggunaan *laminar air flow* (LAF) melibatkan desain dan pengorganisasian ruang kerja dan peralatan agar sesuai dengan kebutuhan dan kenyamanan operator. Entkas sederhana yang memiliki fungsi kerja yang hampir mirip dengan LAF namun tingkat kontaminasinya besar. Tujuan penelitian merancang Enlaf untuk UMKM kultur jaringan dan pembibitan jamur yang lebih ergonomis dan memahami dan memenuhi beragam kebutuhan dan preferensi pelaku UMKM kultur jaringan dan pembibitan jamur. Metode penelitian mixed methods dapat diterapkan dalam perancangan Enlaf (Entkas Rasa LAF) dengan menggabungkan aspek Kualitatif dan Kuantitatif yakni : Identifikasi Kebutuhan Pengguna, Pengembangan Desain Prototipe, Evaluasi Desain Prototipe, Pengujian Material dan Performa, Nordic Body Map dan SCAMPER. .Pelaku usaha Kultur jaringan dan Pembibitan jamur objek pengambilan data dan validasi hasil desain inovasi yang sudah diciptakan sebanyak 7 UMKM. Skor tingkat risiko rendah 2,4 yang menunjukkan belum ditemukan adanya tindakan perbaikan. Biaya dibutuhkan dalam membuat enlaf inovasi produk dari LAF dan entkas , lebih murah dan efisien dari LAF yang sudah ada di pasaran

Kata kunci : desain ruang kerja, enlaf, ergonomi, inovasi, kualitas kerja.

Abstract: A sterile work space that is comfortable and guaranteed safety, its use is increasingly widespread in various industries, including molecular biology laboratories and microbiology research. This technology is standard in maintaining the cleanliness of critical spaces. Ergonomics in the context of using laminar air flow (LAF) involves designing and organizing the work space and equipment to suit the operator's needs and comfort. A simple entity that has a work function that is almost similar to LAF but has a large level of contamination. The research objective is to design Enlaf for tissue culture and mushroom nursery MSMEs that is more ergonomic and understands and meets the various needs and preferences of tissue culture and mushroom nursery MSMEs. Mixed methods research

methods can be applied in designing Enlaf (Entkas Rasa LAF) by combining Qualitative and Quantitative aspects, namely: User Needs Identification, Prototype Design Development, Prototype Design Evaluation, Material and Performance Testing, Nordic Body Map and SCAMPER. .Tissue culture and mushroom nursery businesses are the objects of data collection and validation of the results of innovative designs that have been created by 7 MSMEs. A low risk level score of 2.4 indicates that no corrective action has been found. The costs required to create a product innovation enlave from LAF and Entkas are cheaper and more efficient than LAF that already exists on the market.

Keywords: *workspace design, enlaf, ergonomics, innovation, work quality.*

PENDAHULUAN

Laminar Air Flow (LAF) berfungsi untuk meminimalisir tumbuhnya mikroba dan bakteri yang terbawa melalui aliran udara dan akan menimbulkan kontaminasi pada eksplant. Selain itu LAF dilengkapi lampu UV yang memiliki fungsi yang sama juga . Fungsi kerja LAF akan sangat efektif jika melalui dua kali penyaringan, yaitu pre-filter dan HEPA filter (High Efficiency Particular Air) dimana meskipun filter sudah kotor laju aliran udara pada kabinet berjalan dengan kecepatan konstan namun nilai-nilai parameter masih jarang ditampilkan pada kabinet .

Ergonomi dalam konteks penggunaan *laminar air flow* (LAF) melibatkan desain dan pengorganisasian ruang kerja dan peralatan agar sesuai dengan kebutuhan dan kenyamanan operator. Prinsip kerja LAF, di sisi lain, berkaitan dengan cara LAF menciptakan aliran udara bersih untuk menjaga kebersihan dan sterilitas di dalam ruang kerja. Desain ruang kerja : Penempatan LAF harus memungkinkan akses mudah bagi operator untuk memasukkan dan mengeluarkan benda-benda tanpa mengganggu aliran udara bersih dan area kerja di sekitar LAF harus dirancang agar memungkinkan gerakan nyaman bagi operator dan peralatan laboratorium (Baruno, A, 2021). Peralatan dan Ketinggian Pekerjaan : Peralatan laboratorium seperti meja kerja dan peralatan lainnya harus dirancang agar sesuai dengan tinggi dan kebutuhan operator, mengurangi kelelahan dan ketidaknyamanan. Kontrol Suhu dan Kelembapan: Lingkungan di sekitar LAF harus

diatur agar nyaman bagi operator. Kontrol suhu dan kelembaban dapat mempengaruhi kenyamanan bekerja dan efisiensi operator. Pencahayaan : Pencahayaan di laboratorium harus mencukupi untuk memastikan operator dapat melihat dengan jelas dan bekerja tanpa kesulitan.

Dalam bidang pertanian LAF banyak digunakan oleh industri kultur jaringan dan perusahaan pembibitan jamur khususnya di balai-balai penelitian. Harga LAF 1 unitnya belum terjangkau oleh industri rumahan atau UMKM (Usaha Mikro Kecil Menengah) sehingga dalam prosesnya pelaku usaha menggunakan Entkas sederhana yang memiliki fungsi kerja yang hampir mirip dengan LAF namun tingkat kontaminasinya masih cukup besar.

Bentuk LAF yang ada di pasaran belum sesuai dengan Ergonomi orang timur seperti di Indonesia. LAF masih disesuaikan dengan postur tubuh orang Eropa dan Amerika yang tinggi besar sedangkan di Asia cenderung lebih kecil dan ramping. UMKM Kultur jaringan pada komoditas hortikultura seperti : Pisang, Anggrek, Anglaonema, Manggis sudah banyak dimanfaatkan , juga untuk pembibitan jamur yang menggunakan media kultur PDA (Potato Dextrose Agar). Penggunaan dan pemilihan dalam menentukan material utama Enlaf (Entkas rasa Laminar airflow) sangatlah penting, Juga desain ruang kerja yang sesuai ergonomi karena dapat mendukung semua aspek bagi para pelaku UMKM kultur jaringan dan pembibitan jamur di lingkungan *indoor* ataupun *outdoor*, seperti garasi, ruang kamar. Berdasarkan latar yang telah disampaikan diatas, makan tujuan penelitian ini untuk merancang Enlaf (Entkas rasa LAF) dengan mengeksplorasi material yang belum pernah digunakan pada produk Enlaf , serta desain ruang kerja yang sesuai ergonomi dengan fokus pada kebutuhan dan referensi para pelaku UMKM kultur jaringan dan pembibitan jamur dengan memadukan pandangan ahli dan temuan penelitian sebelumnya, diharapkan dapat diciptakan Enlaf yang dapat meningkatkan kualitas kerja, memberikan kenyamanan, serta mengurangi

kontaminasi dan mengoptimalkan pertumbuhan pembibitan komoditas melalui kultur jaringan dan PDA jamur.

TINJAUAN PUSTAKA

Sterilisasi/teknik aseptik mutlak diperlukan dalam keberhasilan pembentukan dan pemeliharaan sel tanaman, jaringan dan kultur organ. Sterilisasi/teknik aseptik merupakan kegiatan untuk menghilangkan kontaminan yang dapat menyebabkan kontaminasi dan kegagalan kultur jaringan. Sterilisasi dilakukan terhadap ruangan, peralatan, media tanam, bahan tanam, serta personil pelaksana. Peralatan dan media tanam dapat disterilisasi menggunakan metode pemanasan (kering dan basah), bahan kimia, sistem filter, dan ultrafikasi sedangkan lingkungan kerja dapat menggunakan *Laminar Air Flow* (LAF).

Laminar Air Fow (LAF) adalah alat laboratorium berbentuk ruang kerja yang steril pada proses pengujian mikrobiologi sehingga terhindar dari virus atau patogen penyebab kontaminasi. Fungsi LAF sebagai meja kerja pada proses penanaman bakteri sehingga dapat meningkatkan keberhasilan eksperimen yang dilakukan pada bidang mikrobiologi. Prinsip kerja laminar air flow sangatlah sederhana. Alat Laminar Air Flow (LAF) ini bekerja dengan menghirup udara dari luar, lalu dilakukan penyaringan hingga bersih dan dihembuskan di dalam ruang alat laminar air flow. Hembusan angin pada laminar air flow diharapkan bisa konstan atau stabil

Bentuk laminar air flow biasanya berupa kubus, hal ini dimaksudkan untuk memperluas meja kerja pengguna dan mengurangi kemungkinan turbulensi hembusan angin. Turbulensi bisa saja menyebabkan pengendapan debu atau kotoran di sekitaran *clean bench*. Mengacu pada jurnal "*Peran Laminar Air Flow Cabinet Dalam Uji Mikroorganisme Untuk Menunjang Keselamatan Kerja Mahasiswa Di Laboratorium Mikrobiologi*" yang ditulis oleh Sri Harjanto dan

Raharjo. Menyimpulkan bahwa: “Keamanan dan keselamatan kerja dilingkungan laboratorium sangat dibutuhkan terutama dalam hal masalah mikroorganisme”.

Entkas adalah sebuah meja kerja steril yang digunakan dalam penanaman kultur atau inkubasi kultur. Meja ini terbuat dari bahan kaca dan kayu, dilengkapi dengan dua lubang di bagian depan yang memiliki ukuran tertentu. Alat ini, yang juga dikenal sebagai entkas, digunakan untuk menaburkan tanaman secara kultur jaringan. Entkas ini memiliki lubang tangan yang telah ditingkatkan, dengan dua lubang tangan di sisi kanan dan dua lubang tangan di sisi kiri. Setiap dua lubang tangan di sisi kanan saling terhubung, begitu juga dengan dua lubang tangan di sisi kiri. Lubang tangan ini memiliki diameter sekitar 10-12 cm, dengan dua lubang di sisi kanan dilengkapi dengan penghubung berukuran sekitar 5-7 cm (lebar yang diinginkan adalah 6 cm), dan begitu juga dengan dua lubang di sisi kiri. Keempat lubang tangan beserta lubang penghubungnya akan dilengkapi dengan sarung tangan yang dirancang untuk pas dan menempel erat pada lubang tangan. Dengan entkas yang dilengkapi lubang tangan yang ditingkatkan ini, pengguna dapat dengan mudah memindahkan tangan ke kiri atau kanan, melakukan pekerjaan menabur tanaman, serta mengakses alat-alat yang berada di tempat yang jauh.

Jenis Material Yang Umum Digunakan Pada Entkas dan LAF Existing

Entkas memiliki dimensi 800 x 600 x 500 mm dan terbuat dari bahan Multiplex Lapis Full HPL High Pressure Laminate yang memiliki sifat anti jamur, tahan kimia, dan tahan air. Meja kerjanya terbuat dari stainless steel dan dilengkapi dengan lampu UV 18/20 watt serta lampu TL 18/20 watt. Terdapat lubang untuk tangan agar memudahkan pengguna.

Antropometri berasal dari gabungan kata "Anthropos" yang berarti manusia dan "Metron" yang berarti pengukuran, yang secara keseluruhan mengacu pada pengukuran tubuh manusia. Konsep antropometri, seperti yang diuraikan oleh Bridger (1995), merupakan upaya untuk mengukur karakteristik fisik tubuh manusia, termasuk ukuran, bentuk, dan kekuatan, dan

mengaplikasikan data tersebut dalam desain berbagai produk. Menurut Nurmianto (1991), antropometri adalah kumpulan data numerik yang terkait dengan karakteristik fisik tubuh manusia, yang kemudian digunakan dalam proses desain. Sementara menurut Sanders dan Mc. Cormick (1987), antropometri merujuk pada pengukuran dimensi tubuh manusia atau karakteristik fisik lain yang relevan untuk desain produk yang akan digunakan oleh manusia. Dengan memahami dimensi tubuh pekerja, dapat dikembangkan desain peralatan kerja, stasiun kerja, dan produk yang sesuai dengan karakteristik tubuh mereka, sehingga menciptakan lingkungan kerja yang lebih nyaman, aman, dan sehat.

Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi data antropometri, yang perlu dipertimbangkan dalam pengumpulan dan analisis data antropometri. Berikut adalah beberapa faktor utama yang memengaruhi data antropometri:

1. **Usia:** Dimensi tubuh manusia cenderung berubah seiring pertambahan usia. Anak-anak, remaja, dewasa muda, dan lansia memiliki ukuran tubuh yang berbeda. Oleh karena itu, usia individu perlu dipertimbangkan dalam pengumpulan data antropometri.
2. **Jenis Kelamin:** Ada perbedaan ukuran tubuh antara pria dan wanita. Secara umum, pria cenderung memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dan lebih berat daripada wanita. Oleh karena itu, data antropometri perlu dipisahkan berdasarkan jenis kelamin untuk memperhitungkan perbedaan ini.
3. **Etnisitas:** Etnisitas atau latar belakang genetik juga dapat memengaruhi dimensi tubuh manusia. Berbagai kelompok etnis memiliki pola ukuran tubuh yang berbeda-beda. Oleh karena itu, dalam pengumpulan data antropometri, penting untuk mempertimbangkan keragaman etnis dalam populasi yang diteliti.
4. **Gaya Hidup dan Kebiasaan:** Faktor-faktor seperti tingkat aktivitas fisik, pola makan, dan kebiasaan hidup lainnya juga dapat mempengaruhi

dimensi tubuh manusia. Contohnya, orang yang aktif secara fisik mungkin memiliki komposisi tubuh yang berbeda daripada orang yang memiliki gaya hidup yang kurang aktif.

5. **Faktor Genetik:** Faktor genetik juga berperan dalam menentukan dimensi tubuh seseorang. Faktor-faktor seperti tinggi badan, bentuk tubuh, dan proporsi tubuh dapat dipengaruhi oleh faktor genetik.
6. **Pola Pertumbuhan:** Pola pertumbuhan individu juga memengaruhi dimensi tubuh. Misalnya, anak-anak mengalami periode pertumbuhan cepat selama masa remaja yang dapat mempengaruhi ukuran tubuh mereka secara signifikan.
7. **Kondisi Kesehatan:** Beberapa kondisi kesehatan dapat memengaruhi dimensi tubuh seseorang. Misalnya, kondisi medis seperti obesitas, gangguan pertumbuhan, dan kelainan genetik dapat mempengaruhi ukuran dan proporsi tubuh.

Memahami faktor-faktor ini penting dalam pengumpulan dan interpretasi data antropometri untuk memastikan bahwa data yang diperoleh mencerminkan keragaman populasi yang diteliti secara akurat.

Data antropometri untuk ruang kerja aseptik seperti laminar air flow (LAF) dan entkas (enclosure) penting untuk memastikan bahwa peralatan tersebut dirancang dengan memperhitungkan dimensi tubuh manusia agar dapat memberikan kenyamanan, efisiensi, dan keamanan bagi pengguna. Berikut adalah beberapa elemen yang biasanya dipertimbangkan dalam pengumpulan data antropometri untuk ruang kerja aseptik:

1. **Ukuran dan Bentuk Ruang:** Pengukuran antropometri dapat digunakan untuk menentukan ukuran dan bentuk ruang yang optimal untuk ruang kerja aseptik. Ini termasuk tinggi meja kerja, kedalaman, dan lebar ruang kerja, serta ketinggian sash pada lemari laminar air flow.

2. **Posisi dan Gerakan Pengguna:** Data antropometri membantu dalam merancang ruang kerja yang memungkinkan pengguna beroperasi dengan nyaman dan efisien. Ini meliputi tinggi meja kerja yang sesuai, jarak optimal antara pengguna dan peralatan, dan rentang gerakan yang nyaman dalam mencapai alat dan bahan di dalam ruang kerja.
3. **Aksesibilitas dan Ergonomi:** Pengumpulan data antropometri juga membantu dalam merancang ruang kerja yang dapat diakses dengan mudah oleh pengguna, serta memastikan posisi tubuh yang ergonomis saat bekerja. Ini termasuk tinggi dan lebar pintu masuk, ruang gerak yang cukup, dan penempatan alat dan bahan yang meminimalkan gerakan tubuh yang tidak nyaman.
4. **Kenyamanan dan Keamanan:** Dimensi tubuh manusia juga mempengaruhi kenyamanan dan keamanan pengguna saat menggunakan ruang kerja aseptik. Misalnya, ketinggian meja kerja yang tidak sesuai dapat menyebabkan kelelahan atau ketegangan otot pada pengguna. Oleh karena itu, data antropometri digunakan untuk merancang peralatan yang meminimalkan risiko cedera dan meningkatkan kenyamanan pengguna.

Dengan mempertimbangkan data antropometri dalam desain ruang kerja aseptik seperti laminar air flow dan entkas, pengguna dapat dijamin memiliki lingkungan kerja yang aman, efisien, dan nyaman untuk melakukan tugas-tugas mereka dengan optimal. Top of Form Bottom of Form

METODE

Metode mixed methods dapat diterapkan dalam perancangan Enlaf (Entkas Rasa LAF) dengan menggabungkan aspek Kualitatif dan Kuantitatif . Dalam konteks perancangan desain industri , metode ini dapat membantu memahami kebutuhan pengguna, merancang desain prototipe Enlaf yang telah

dibuat diaplikasikan pada UMKM untuk melihat tingkat efektifitasnya dalam mengurangi kontaminasi dan meningkatkan sterilitas alat, dan mengukur kinerja serta kepuasan pengguna. Berikut adalah langkah-langkah implementasi metode mixed methods untuk desain perancangan Enlaf dengan menggunakan materi yang dipilih.

Identifikasi Kebutuhan Pengguna (Fase Kualitatif):

1. Melakukan wawancara mendalam dengan UMKM kultur jaringan dan pembibitan jamur untuk mendapatkan wawasan tentang preferensi dan kebutuhan mereka terkait entkas dan LAF
2. Menggunakan teknik observasi langsung di area UMKM kultur jaringan dan Pembibitan jamur untuk mengidentifikasi konteks penggunaan dan tantangan yang mungkin dihadapi oleh pengguna.

Pengembangan Desain Prototipe (Fase Kualitatif):

1. Melibatkan desainer dan ahli ergonomi dalam sesi diskusi dan fokus kelompok untuk menghasilkan desain prototipe yang memadukan elemen estetika, fungsionalitas, dan kenyamanan.
2. Menerapkan metode prototipe 3D untuk membuat model fisik dari Enlaf yangdirancang untuk memfasilitasi pemahaman lebih lanjut.

Evaluasi Desain Prototipe (Fase Kuantitatif):

1. Melakukan survei atau kuesioner kepada responden yang mencakup pelaku UMKM Kultur jaringan dan pembibitan jamur untuk mengumpulkan data kuantitatif terkait tingkat kepuasan terhadap desain prototipe.
2. Mengukur aspek kuantitatif seperti kepraktisan penggunaan, kemudahan penyimpanan, dan daya tahan material enlaf .

Pengujian Material dan Performa (Fase Kuantitatif):

1. Melakukan pengujian laboratorium untuk mengukur performa

material Enlaf dalam kondisi simulasi cuaca ekstrem, termasuk ketahanan terhadap kontaminasi dan daya tahan material.

2. Mengumpulkan data kuantitatif tentang kemampuan material untuk menjaga kenyamanan pengguna di bawah berbagai kondisi.

Analisis dan Integrasi Data (Fase Gabungan):

1. Menganalisis data kualitatif dan kuantitatif secara terpisah untuk memahami secara mendalam kebutuhan pengguna dan performa desain prototipe.
2. Menggabungkan temuan-temuan kualitatif dan kuantitatif untuk menghasilkan rekomendasi perbaikan desain serta arahan untuk pengembangan lebih lanjut.

Metode perancangan yang digunakan adalah *user centered design (ucd)*, yang didefinisikan sebagai pendekatan dalam perancangan desain yang berpusat pada kebutuhan pengguna. Dalam konteks Sistem Informasi, *user centered design* merupakan bagian integral dari *System Development Life Cycle (SDLC)*, memastikan bahwa desain aplikasi yang dikembangkan melalui UCD terfokus pada kebutuhan pengguna akhir, sehingga diharapkan pengguna tidak perlu mengubah perilaku mereka untuk menggunakan aplikasi tersebut. *User-centered design (UCD)* adalah suatu pendekatan perancangan antarmuka yang iteratif, dengan fokus pada tujuan kegunaan, karakteristik pengguna, lingkungan, tugas, dan alur kerja dalam proses perancangannya.

Metode SCAMPER adalah suatu teknik kreatif yang digunakan dalam proses desain untuk merangsang pemikiran kreatif dan menghasilkan ide-ide inovatif. SCAMPER adalah singkatan dari *Substitute* (Mengganti), *Combine* (Menggabungkan), *Adapt* (Adaptasi), *Modify* (Memodifikasi), *Put to another use* (Menggunakan pada tujuan lain), *Eliminate* (Menghilangkan), dan *Reverse* (Membalik). Berikut adalah langkah-langkah metode SCAMPER dalam konteks desain Enlaf material murah.



Gambar . Metode SCAMPER

Teknik Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data yang valid penulis menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut :

1. Wawancara . Wawancara dilakukan dalam penelitian ini,wawancara sendiri dilakukan di 7 Informan pelaku usaha skala Rumah tangga dan sekolah yang memiliki laboratorium untuk kultur jaringan yang terletak di Kota Bandung, Kabupaten Bandung, Kabupaten Sumedang, dan Sukabum
2. Observasi . Observasi adalah aktivitas untuk mengetahui fenomena yang sedang terjadi dari gagasan sebelumnya untuk menghasilkan informasi yang akurat.Observasi dilakukan secara bebas karena tidak memerlukan jawaban dari orang ataupun objek yang bersangkutan
3. Studi Literatur. Studi literatur adalah studi yang dilakukan untuk menggali pengumpulan pustaka atau teori-teori yang berupa hard copy dan soft copy yang berasal dari buku jurnal.literatur ataupun laporan yang terpercaya.Dalam perancangan ini studi literatur mendukung dari hasil observasi yang dilakukan.

Berikut ini merupakan faktor beban eksternal (external load factors) yang dapat menyebabkan faktor risiko:

1. Jumlah gerakan.
2. Kerja otot statis.
3. Gaya atau kekuatan.
4. Postur kerja yang ditentukan oleh perlengkapan dan perabotan.
5. Waktu kerja tanpa istirahat.

Penilaian faktor beban eksternal dalam metode RULA tersebut dikembangkan untuk (McAtamney dan Corlett, 1993):

1. Mengidentifikasi kerja otot dalam postur tubuh yang menggunakan kekuatan atau tenaga dalam melakukan kerja secara berulang-ulang yang dapat menimbulkan cedera atau kelelahan otot.
2. Memberikan penyaringan kerja yang memiliki risiko yang cukup tinggi pada tubuh bagian atas sehingga dapat mengakibatkan timbulnya gangguan.
3. Memberikan hasil yang dapat berfungsi dengan penggabungan dengan metode penilaian ergonomi.

Validasi Uji Coba Product

Berikut merupakan skor penilaian postur tubuh lengan atas (*high arm*). Skor penilaian didapatkan dari besarnya pergerakan sudut yang dibentuk oleh operator. Penambahan skor lengan atas juga dapat terjadi apabila posisi lengan berputar atau bengkok dan posisi bahu naik

Tabel. Skor Penilaian Bagian Lengan Atas (*Lower Arm*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
20° kedepan maupun kebelakang dari tubuh	1	+1 Jika bahu naik
>20° kebelakang atau 20° - 45°	2	+1 Jika lengan berputar atau bengkok
45° – 90°	3	

>90°	4	
------	---	--

Berikut acuan pengukuran skor penilaian lengan bawah (*Lower Arm*) didapatkan berdasarkan besar sudut pergerakan yang terbentuk oleh operator pada saat melakukan pekerjaan. Penambahan skor lengan bawah juga dapat terjadi apabila posisi lengan bawah bekerja melewati garis tengah atau keluar dari sisi tubuh.

Tabel. Skor Penilaian Bagian Lengan Bawah (*Lower Arm*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
60° - 100°	1	Jika lengan bawah bekerja melewati garis tengah atau keluar dari sisi tubuh
< 60° atau 100°	2	

Acuan pengukuran skor penilaian pergelangan tangan (*Wrist*) didapatkan berdasarkan besar sudut pergerakan yang terbentuk oleh operator pada saat melakukan pekerjaan. Penambahan skor pergelangan tangan juga dapat terjadi apabila posisi pergelangan tangan mengalami perputaran yang menjauhi sisi tengah

Tabel. Skor Penilaian Bagian Pergelangan Tangan (*Wrist*)

Pergerakan	Skor	Skor Perubahan
Posisi netral	1	Jika pergelangan tangan perputaran melewati sisi tengah
0° – 15° (ke atas maupun ke bawah)	2	
>15° (ke atas maupun ke bawah)	3	

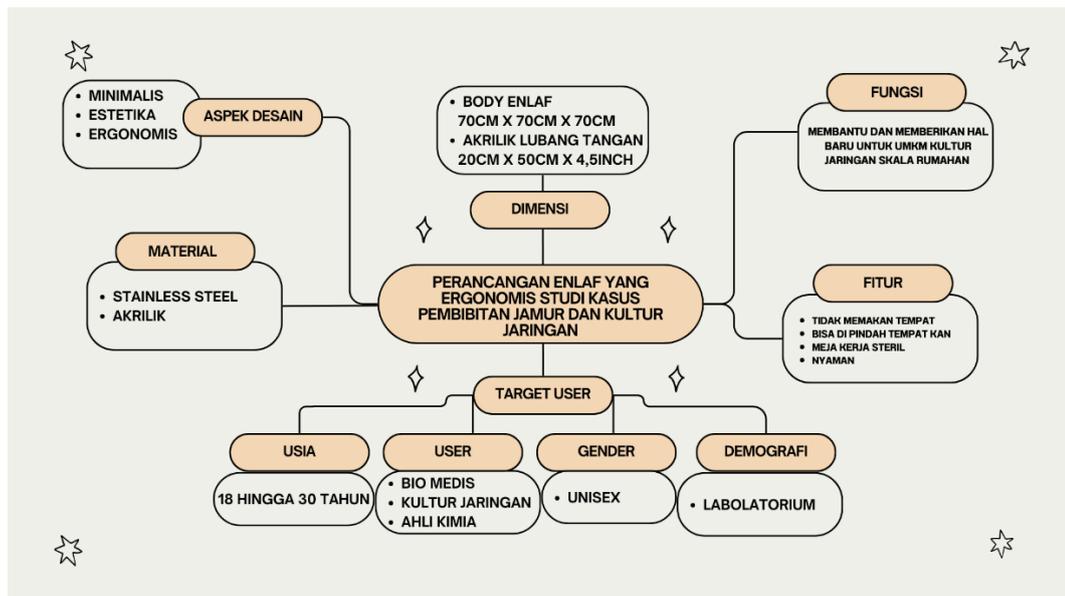
Pengukuran pada 5 variabel pengamatan yang lain ditentukan oleh skala yang dibuat oleh peneliti berdasarkan interval rasa yang di jawab oleh pengguna

pada saat validasi dengan skala sebagai berikut :

Tabel. Penentuan skala pengukuran enlaf pada saat validasi

No.	Variabel Validasi	Skor 1	Skor 2
1	Jumlah Gerakan	sedikit	banyak
2	Kerja otot statis	berat	ringan
3	Gaya dan kekuatan	tegang dan biasa	Santai dan kuat
4	Postur kerja yang ditentukan oleh perlengkapan dan perabotan	kurang nyaman	nyaman
5	Waktu kerja tanpa istirahat	0-30 menit	30 - 60 menit

Kerangka Kerja Penelitian :



HASIL DAN PEMBAHASAN

ENLAF dengan perancangan ergonomis untuk UMKM Kultur jaringan dan pembibitan jamur menggabungkan antara LAF dan enkas untuk menjadikan produk ENLAF dengan ukuran yang berbeda dan perubahan bentuk pada media

				badan (cm)/ - Lebar sisi bahu(c m)/ -Tinggi bahu saat duduk (cm)/ - Tinggi Siku saat duduk(cm)/ - Panjan g lengan (cm)					digun akan
1	Agus	Lemba ng Orchid	Cikole Lemba ng	40 thn 60 kg 176 cm 38.75 cm	15	Anggre k, Aglone ma	4	-	- Lapan g - Gerak leluas

				54,89 cm 24,65 cm 17.05 cm					a - Cahay a cukup - Luban g tanga n Cukup -Tidak pegal meski hingg a 2 jam - kering at sediki t - Tanga n tidak pegal
--	--	--	--	---	--	--	--	--	---

2	Kiki Henda rsyah	LC Orchid Nurser y	Antap ani Kota Bandu ng	44 thn 65 kg 174 cm 40.75 cm 55,89 cm 25,65 cm 18,05 cm	23	Anggre k	3	1	- Lapan g - Gerak luas - Cahay a cukup - Luban g tanga n cukup - Pekerj aan lebih cepat dirasa kan - Tanga
---	------------------------	-----------------------------	-------------------------------------	--	----	-------------	---	---	--

									n tidak pegal
3	Romiy adi	Sahaja Orchid	Tanjun gsari Sumed ang	38 thn 54 kg 160 cm 38.05 cm 54,00c m 24,00 cm 17.00 cm	20	Nephe nthes, Anggre k	3	-	- Cuk up lelu asa - Cah aya cuk up - Pekerj aan lebih cepat dirasa kan - Tanga n tidak pegal

									-
4	Leo	C59 Orchid	Cigadu ng Kota Bandu ng	37 thn 65 kg 166 cm 39,00 cm 54,89 cm 25,00 cm 17,10c m	5	Anggre k	4	1	- Lapan g - Gerak leluas a - Cahay a cukup - Luban g tanga n Cukup -Tidak pegal meski hingg a 2 jam - kering

									at sediki t - Tanga n tidak pegal
5	Agung Kurnia wan	SMK Pertan ian Sukara ja	Sukara ja Sukab umi	30thn 54 kg 160 cm 38.05 cm 54,00c m 24,00 cm 17.00 cm	7	Jamur Tiram	2	-	-- Lapan g - Gerak luas - Cahay a cukup - Luban g tanga n cukup - Pekerj aan

									lebih cepat dirasakan - Tangan tidak pegal
6	Endang Tri Susanti	SMK Pertanian Padalarang	Padalarang Kabupaten Bandung	44 thn 65 kg 158 cm 39,00 cm 54,89 cm 25,00 cm 17,10 cm	10	Jamur tiram, Pisang, Anggrek	3	1	- Lapangan - Gerak leluasa - Cahaya cukup - Luban g tangan

									n Cukup -Tidak pegal meski hingg a 2 jam - kering at sediki t - Tanga n tidak pegal
7	Riyan	Ciwide y Orchid	Ciwide y Kabup aten Bandu ng	39 thn 65 kg 174 cm 40.75 cm 55,89 cm	20	Anggre k	2	2	- Cuk up lelu asa - Cah aya cuk up

				25,65 cm 18,05 cm					- Pekerj aan lebih cepat dirasa kan - Tanga n tidak pegal
--	--	--	--	----------------------------	--	--	--	--	--

Berikut dokumentasi hasil validasi dari pengguna UMKM :





Gambar. Kegiatan Validasi Enlaf untuk beberapa pengamatan oleh pengguna UMKM

Berdasarkan hasil pengukuran pada pengguna Enlaf Maka diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel . Hasil Validasi Pengguna Enlaf (di UMKM C 59)

No.	Validasi Pengamatan dan Pengukuran	Tingkat Kesakitan				Keterangan
		Tidak Sakit (4)	Agak Sakit (3)	Sakit (2)	Sangat sakit (1)	
1	Sakit pada leher bagian atas	4(28)	-	-	-	Reponden UMKM Di Cikole Orchid, Sahaja Orchid, Rian Orchid, west java orchid, SMK Orchid dan C-59 Orchid (7 responden UMKM pengguna enlaf)
2	Sakit pada leher bagian bawah	-	3 (21)	-	-	
3	Sakit pada Bahu kiri	4(28)	-	-	-	
4	Sakit pada bahu kanan	4(28)	-	-	-	
5	Sakit pada lengan atas	-	3 (21)	-	-	
6	Sakit pada lengan bawah	-	-	2 (14)	-	
7	Sakit pada siku	-	-	-	1(7)	
8	Sakit pada punggung	4(28)	-	-	-	

Pengukuran pada lengan atas, lengan bawah, dan pergelangan tangan pengguna enlaf dengan menggunakan alat busur sederhana.

Tabel . Hasil Validasi Pengguna Enlaf (di UMKM C 59)

Perhitingan tingkat sakit rata-rata dan prosentase adalah sebagai berikut :

1. Sakit pada leher atas = $28/70 = 0,4$
2. Sakit pada leher bawah = $21/70 = 0,3$

3. Sakit pada bahu kiri = $28/70 = 0,4$
4. Sakit pada bahu kanan = $28/70 = 0,4$
5. Sakit pada lengan atas = $21/70 = 0,3$
6. Sakit pada lengan bawah = $14/70 = 0,2$
7. Sakit pada siku = $7/70 = 0,1$
8. Sakit pada Punggung = $28/70 = 0,3$

Total nilai skor yang diperoleh adalah = 2,4

Skor menunjukkan tingkat Risiko Rendah dan belum ditemukan adanya tindakan perbaikan

KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dan saran dari hasil penelitian desain produk adalah sebagai berikut :

1. Hasil validasi penggunaan enlaf oleh pengguna menunjukkan nilai skor tingkat Risiko Rendah 2,4 yang menunjukkan belum ditemukan adanya tindakan perbaikan , hal ini menunjukkan bahwa enlaf inovasi produk dari LAF dan entkas yang baik secara ergonomis dari sisi keamanan dan kenyamanan kerja.
2. Biaya yang dibutuhkan dalam membuat enlaf inovasi produk dari LAF dan entkas , jauh lebih murah dan efisien dari LAF yang sudah ada di pasaran.

Saran dari hasil penelitian desain produk adalah sebagai berikut :

1. Masih perlu dilakukan penelitian lanjutan dalam penggunaan enlaf untuk melihat lebih jauh efektivitas skor dari waktu kerja tanpa istirahat .
2. Penambahan enlaf dengan aliran udara (air flow) dan lampu UV untuk melihat penurunan kontaminasi pada saat pelaksanaan pekerjaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkhadim, SAS. 2018. *Hot Air Oven Sterilization. Definition, and Working Principle*. SSRN Electronic Journal. 1-7
- Amrullah, M.F, Purnama H, dan Margana AS. 2021. *Sistem Monitoring Kecepatan Aliran Udara dan Suhu pada Laminar Air Flow Kabinet*. Prosiding Semnatera.
- Harjanto, S dan R. Rahardjo. 2021. *Peran Laminar Air Flow Cabinet dalam Menunjang Keselamatan Mahasiswa di Laboratorium Microbiologi*. Metana vol. 13, no. 2, hlm. 55, Des 2017, doi: 10.14710/metana.v13i2.18016
- Misra AN, and M.Misra. 2012. *Sterilization Techniques in Plant Tissue Culture*, Fakir Mohan University.Book
- M. T. K. Djuri, 2021. Rancang Bangun *Laminar AirFlow Biological Safety Cabinet Class II Type B3* Dengan Tampilan LCD Berbasis Mikrokontroler ATMega328p <http://repository.umy.ac.id/handle/123456789/16004>
- Rogers WJ. 2012. *Steam and Dry Heat Sterilization of Biomaterials and Medical Device*. Book. 20-25
- Wulandari S, Nita YS, Indarti S, Sayekti RS. 2021. *Sterilisasi dan Media Kultur Jaringan*. Jurnal Agrinova Volume 4 (2) 16=19