

**PERANCANGAN ALAT KIPAS SEBAGAI PENGENDALI HAMA
LALAT DI LINGKUNGAN PABRIK (STUDI KASUS DI PT. XYZ)**

SKRIPSI



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
TANGERANG**

2025

**PERANCANGAN ALAT KIPAS SEBAGAI PENGENDALI HAMA
LALAT DI LINGKUNGAN PABRIK (STUDI KASUS DI PT. XYZ)**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk kelengkapan gelar kesarjanaan pada

Program Studi Teknik Industri

Jenjang Pendidikan Strata 1



PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA

TANGERANG

2025

LEMBAR PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, Skripsi / ini kupersembahkan untuk:

1. Almarhum Bapak Selo Mardiyanto dan Almarhumah Ibu Sudarsi, orang tua tercinta yang telah membesarkan saya dengan penuh kasih hingga saya dapat menjalani kehidupan yang bermakna.
2. Bapak Ahmad Santoso dan Ibu Listyorini, ayah dan ibu mertua yang selalu memberikan dukungan, motivasi, serta doa yang tulus bagi saya.
3. Suami tercinta, Mas AZ Raharja Perkasa, yang senantiasa mendukung setiap keputusan saya, memberikan dukungan tanpa henti, dan selalu berusaha memberikan yang terbaik untuk saya.
4. Rekan-rekan kerja yang selalu memberikan dukungan dan semangat, terutama kepada:
 - a. Pak Emroni Kurniawan, Senior Factory Manager
 - b. Bapak Andy Chandra, Factory Manager
 - c. Ibu Arumsari Vita Wardani, Dept Head
 - d. Bapak Ibe Hardoyo, Dept Head
 - e. Bapak Aditya, Dept Head
 - f. Bapak Kusyono, Dept Head
 - g. Ibu Dwi Nirmalasari, Dept Head QA
 - h. Bapak Susanto, Dept Head
 - i. Bapak Yudhi Hendratmo, Dept Head
 - j. Bapak Catur Wahyu Kurniawan, Group Dept Head
 - k. Bapak Sumartono, Dept Head
 - l. Bapak Henry Ricarto, Dept Head
 - m. Ibu Delvi Yeni, Section Head
 - n. Ibu Anastasia, Section Head
 - o. Ibu Siti Zulaeha, Section Head HSE
 - p. Bapak Priyo, Section Head
 - q. Mbak Irma Nurmalasari dan Mbak Tri Sulastri, sahabat baik saya
 - r. Pak Meidhi Wiratama, Section Head
 - s. Pak Hilmi Rusli, Section Head
 - t. Pak Yudhi Dwi, Unit Head
 - u. Bapak Heriyanto, Section Head
 - v. Bapak Barry, Section Head
 - w. Bapak Rasuk, Section Head
 - x. Bapak Antoni Reswanto, HR
 - y. Ibu Eazy Natasha, HR Training
 - z. Ibu Kirty Andika, HR POD
 - aa. Ibu Clara, HR

serta seluruh rekan-rekan kerja yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Saya berterima kasih atas segala doa, dukungan, dan semangat yang telah diberikan kepada saya.

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini.

NIM	: 20220910003
Nama	: Sri Winarsih
Jenjang Studi	: Strata 1
Program Studi	: Teknik Industri
Peminatan	: Sistem Kualitas (<i>Quality System</i>)

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana atau kelengkapan studi, baik di universitas Buddhi Dharma maupun di Perguruan Tinggi lainnya.
2. Skripsi ini saya buat sendiri tanpa bantuan dari pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing.
3. Dalam Skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali tertulis dengan jelas dan dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan daftar pustaka.
4. Dalam Skripsi ini tidak terdapat pemalsuan (kebohongan), seperti buku, artikel, jurnal, data sekunder, pengolahan data, dan pemalsuan tanda tangan dosen atau Ketua Program Studi Universitas Buddhi Dharma yang dibuktikan dengan keasliannya.
5. Lembar pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, tanpa paksaan dan apabila dikemudian hari atau pada waktu lainnya terdapat penyimpangan atau ketidak benaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah saya per oleh karena Skripsi ini serta sanksi lainnya sesuai dengan peraturan dan norma yang berlaku.

Tangerang, 04 Februari 2025
Yang membuat pernyataan,



SRI WINARSIH
20220910003

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini.

NIM : 20220910003
Nama : Sri Winarsih
Jenjang Studi : Strata 1
Program Studi : Teknik Industri
Peminatan : Sistem Kualitas (*Quality System*)

Dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Universitas Buddhi Dharma, Hak Bebas Royalti Non – Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul: “Perancangan Alat Kipas Sebagai Pengendali Hama Lalat di Lingkungan Pabrik (Studi Kasus di PT. XYZ)”.

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini pihak Universitas Buddhi Dharma berhak menyimpan, mengalih-media atau format-kan, mengelolanya dalam pangkalan data (*database*), mendistribusikannya, dan menampilkan atau mempublikasikannya di *internet* atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama atau pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Buddhi Dharma, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Tangerang, 04 Februari 2025
Yang membuat pernyataan,



SRI WINARSIH
20220910003

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**PERANCANGAN ALAT KIPAS SEBAGAI PENGENDALI HAMA
LALAT DI LINGKUNGAN PABRIK (STUDI KASUS DI PT.XYZ)**

Dibuat oleh :

NIM : 20220910003

Nama : SRI WINARSIH

Telah disetujui untuk dipertahankan di hadapan Tim Penguji Ujian Komprehensif

Program Studi Teknik Industri

Peminatan Sistem Kualitas

Tahun Akademik 2024/2025

Tangerang, 04 Februari 2025

Disahkan oleh,
Pembimbing



Dr. Abidin, S.T., M.Si
NIDN: 0408047605

UNIVERSITAS BUDDHI DHARMA
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERANCANGAN ALAT KIPAS SEBAGAI PENGENDALI HAMA
LALAT DI LINGKUNGAN PABRIK (STUDI KASUS DI PT.XYZ)**

Dibuat oleh :

NIM : 20220910003

Nama : SRI WINARSIH

TelaH disetujui untuk dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Komprehensif

Program Studi Teknik Industri

Peminatan *Quality System* Tahun Akademik 2024/2025

Tangerang, 04 Februari 2025

Disahkan oleh,

Dekan,

Ketua Program Studi,



Dr. Yakub, M.Kom., M.M.

NIDN: 0304056901



Dr. Abidin, S.T., M.Si

NIDN: 0408047605

LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI

Nama : SRI WINARSIH
NIM : 20220910003
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Skripsi : PERANCANGAN ALAT KIPAS SEBAGAI
PENGENDALI HAMA LALAT DI LINGKUNGAN
PABRIK (STUDI KASUS DI PT. XYZ)

Dinyatakan LULUS setelah mempertahankan di depan Tim Penguji pada hari Selasa,
04 Februari 2025.

Nama penguji : Tanda Tangan :
Ketua Sidang : **Dr. Eng. Ir. Amin Suyitno, M. Eng.**
NIDK: 8826333420
Penguji I : **Prihantoro Syahdu Sutopo, S.T., M.T.**
NIDN: 0413018301
Penguji II : **Dr. Abidin, S.T., M.Si.**
NIDN: 0408047605

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Dr. Yakub, M.Kom., M.M.
NIDN: 0304056901

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Puji Syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan Rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga dapat menyusun dan menyelesaikan Perancangan Sistem Terpadu ini dengan judul Perancangan Alat Kipas Sebagai Pengendali Hama Lalat di Lingkungan Pabrik (Studi Kasus di PT. XYZ). Tujuan utama dari pembuatan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat kelengkapan dalam menyelesaikan program pendidikan Strata-1 Program Studi Teknik Industri di Universitas Buddhi Dharma. Dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak menerima bantuan dan dorongan baik moril maupun materiil dari berbagai pihak, maka pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Limajatini, S.E., M.M., B.K.P, sebagai Rektor Universitas Buddhi Dharma.
2. Bapak Dr.Yakub, M.Kom., M.M., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Buddhi Dharma.
3. Bapak Dr. Abidin, S.T, M.Si., sebagai Ketua Program Studi Teknik Industri, serta pembimbing yang telah membantu dan memberikan dukungan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
4. Almarhum dan almarhumah orang tua, papa dan mama mertua, suami dan keluarga yang selalu memberikan dukungan baik moril dan materiil.
5. Teman-teman di lingkungan pabrik yang selalu membantu dan memberikan semangat.

Serta semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu sehingga terwujudnya penulisan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih belum sempurna, untuk itu penulis meminta kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan di masa yang akan datang.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat berguna bagi penulis khususnya dan bagi para pembaca yang berminat pada umumnya.

Tangerang, 04 Februari 2025

Penulis

Merancang Alat Kipas Sebagai Pengendali Hama Lalat di Lingkungan Pabrik (Studi kasus di PT. XYZ).

101 Halaman + xiv /8 tabel /20 gambar /4 Lampiran

ABSTRAK

Keamanan pangan menjadi aspek krusial dalam industri makanan, terutama di PT. XYZ yang mengimplementasikan standar FSSC 22000 dan ISO TS 22002-1. Meski demikian, masih terdapat celah yang memungkinkan masuknya hama ke area produksi, sehingga meningkatkan risiko kontaminasi dan menurunkan kualitas produk. Penelitian ini berfokus pada pengendalian hama dengan merancang dan menguji alat penghalang berupa kipas anti-serangga dan plastik *curtain* tumpang tindih untuk meningkatkan efektivitas sistem pengendalian hama. Metode yang digunakan meliputi analisis risiko celah masuk hama, pengujian alat menggunakan anemometer, serta evaluasi efektivitas alat melalui pengamatan langsung terhadap jumlah infestasi hama sebelum dan setelah penerapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan alat penghalang mampu menurunkan total infestasi hama sebesar 34,3%, dari 545 ekor di bulan Maret menjadi 358 ekor di bulan Agustus, dengan penurunan signifikan pada jenis hama seperti *housefly*, *humpback/phorid*, dan *fleshfly*. Kombinasi kipas dan plastik *curtain* menciptakan penghalang ganda yang efektif dalam mencegah masuknya hama ke area produksi. Solusi ini tidak hanya praktis dan ekonomis, tetapi juga mendukung pencapaian standar keamanan pangan yang lebih tinggi. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa inovasi teknologi pengendalian hama yang aplikatif bagi industri makanan, mendukung pengelolaan keamanan pangan yang lebih baik, serta memastikan kelangsungan produksi yang higienis dan berkualitas.

Kata Kunci: Keamanan Pangan, Pengendalian Hama, Produksi Makanan, FSSC 22000

Designing a Fan Device as a Fly Pest Control Tool in the Factory Environment (Case Study at PT. XYZ)
101 Pages + xiv /8 tables /20 images /4 References

ABSTRACT

Food safety is a critical aspect of the food industry, particularly at PT. XYZ, which implements FSSC 22000 and ISO TS 22002-1 standards. However, gaps in pest control measures still allow pests to enter production areas, increasing contamination risks and compromising product quality. This study focuses on pest control by designing and testing barrier tools such as insect-repellent fans and overlapping plastic curtains to enhance the effectiveness of the pest control system. The methods include risk analysis of pest entry points, equipment testing using an anemometer, and evaluating the tool's effectiveness through direct observation of pest infestations before and after implementation. The results indicate that the implementation of these tools reduced total pest infestation by 34.3%, from 545 pests in March to 358 in August, with significant reductions observed in pests such as houseflies, humpbacks/phorids, and fleshflies. The combination of fans and overlapping plastic curtains creates a dual barrier that effectively prevents pests from entering the production area. This solution is practical, cost-effective, and supports achieving higher food safety standards. This study contributes to the food industry by offering an innovative and applicable pest control technology that improves food safety management, ensures hygienic and high-quality production, and aligns with regulatory compliance.

Kata Kunci: *Food Safety, Pest Control, Food Production, FSSC 22000*

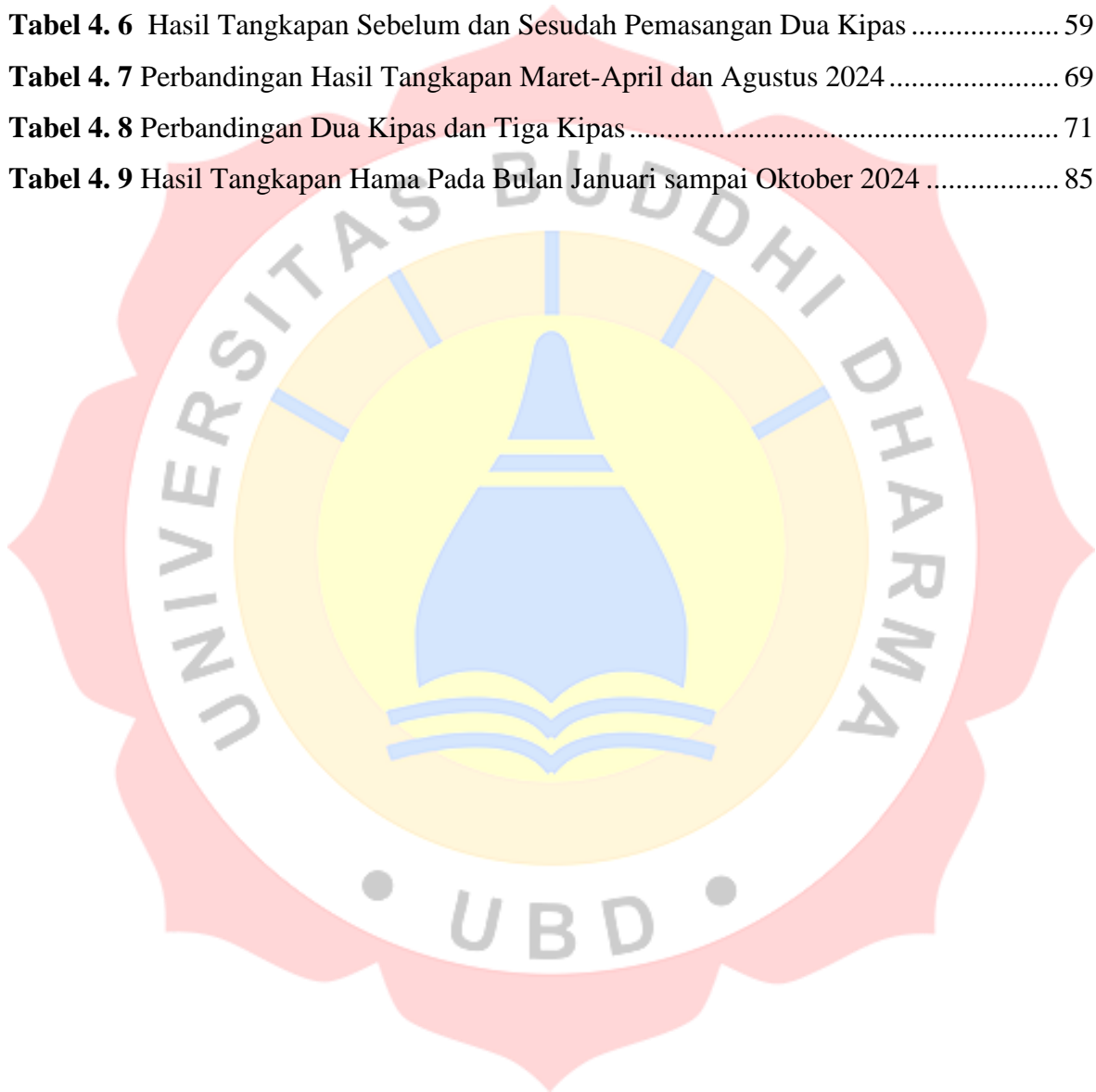
DAFTAR ISI

LEMBAR PERSEMBAHAN	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	v
LEMBAR PENGESAHAN TIM PENGUJI	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	4
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Sistematika Penulisan	6
BAB II LANDASAN TEORI.....	8
2.1 Pentingnya Pengendalian Hama dalam Industri Pangan	8
2.2 <i>Food Safety System Certification</i> (FSSC) 22000 Klausul 12	10
2.2.1 Pengertian dan Tujuan Klausul 12: Pengendalian Hama	12
2.2.2 Struktur Klausul 12 dalam FSSC 22000.....	13
2.3 Desain Model Pintu dan Sistem Ventilasi untuk Pengendalian Hama	14
2.3.1 Efektivitas Alat Kipas dalam Mencegah Hama.....	15

2.4 Penelitian yang Relevan	18
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	23
3.1 Kerangka Pemikiran	23
3.2 Tahapan Penelitian.....	26
3.3 Teknik Pengumpulan Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Gambaran Umum Perusahaan	30
4.1.1 Sejarah Perusahaan	30
4.1.2 Struktur Organisasi Perusahaan.....	31
4.1.3 Alur Proses Produksi	33
4.2 Data dan Pengolahan	37
4.2.1 Analisis Situasional	37
4.2.2 Perbandingan <i>Air Curtain</i> dengan Kipas.....	43
4.2.3 Perancangan Kipas dan Plastik <i>Curtain</i>	49
4.2.4 Implementasi Hasil Perancangan.....	54
4.2.5 Rancangan Penambahan Satu Kipas (Menjadi Tiga Kipas)	61
4.2.6 Penutupan Celah Masuk Hama.....	72
4.3 Analisis Efektivitas dan Implikasi Pemasangan Kipas.....	86
4.3.1 Analisis Penurunan Jumlah Hama Pasca Pemasangan Kipas.....	86
4.3.2 Dampak Terhadap Kebersihan dan Kualitas Produksi	87
4.3.3 Efisiensi Operasional dan Biaya Pasca Implementasi	88
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	90
5.1 Simpulan	90
5.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA.....	93
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	97
LAMPIRAN-LAMPIRAN	98

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Jumlah Tangkapan Bulan Januari-Maret 2024	37
Tabel 4. 2 Analisis Biaya Kipas.....	45
Tabel 4. 3 Spesifikasi dan Biaya <i>Air Curtain</i>	46
Tabel 4. 4 Perbandingan Biaya antara Pemasangan <i>Air Curtain</i> dan Kipas.....	47
Tabel 4. 5 Spesifikasi Kipas.....	54
Tabel 4. 6 Hasil Tangkapan Sebelum dan Sesudah Pemasangan Dua Kipas	59
Tabel 4. 7 Perbandingan Hasil Tangkapan Maret-April dan Agustus 2024	69
Tabel 4. 8 Perbandingan Dua Kipas dan Tiga Kipas	71
Tabel 4. 9 Hasil Tangkapan Hama Pada Bulan Januari sampai Oktober 2024	85



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran.....	24
Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian	26
Gambar 4. 1 Struktur Organisasi PT. XYZ.....	32
Gambar 4. 2 <i>Operation Process Chart</i> (OPC) Produksi Wafer PT. XYZ.....	34
Gambar 4. 3 Data Grafik Tangkapan Hama Januari-Maret 2024	41
Gambar 4. 4 <i>Air Curtain</i> di Area Produksi	44
Gambar 4. 5 Rancangan Dua Kipas	52
Gambar 4. 6 Pasangan Kipas gambar isometrik	53
Gambar 4. 7 Pemasangan Kipas	56
Gambar 4. 8 Pengukuran Anemometer.....	57
Gambar 4. 9 Perancangan Tiga Kipas.....	64
Gambar 4. 10 Pemasangan 3 Kipas	66
Gambar 4. 11 Pengujian Anemometer dengan Tiga Kipas.....	67
Gambar 4. 12 Pemasangan Posisi Plastik <i>Curtain</i>	73
Gambar 4. 13 Pemasangan <i>Fly catcher</i> Titik 1.....	74
Gambar 4. 14 Pemasangan <i>Fly catcher</i> Titik ke 2.....	75
Gambar 4. 15 Pemasangan <i>Fly catcher</i> Titik ke 2.....	77
Gambar 4. 16 Pemasangan Pohon Lalat di Kanan Pintu	78
Gambar 4. 17 Grafik Pemasangan 2 Kipas di Pintu Masuk Produksi.	79
Gambar 4. 18 Grafik Pemasangan 3 Kipas di Pintu Masuk Produksi	82

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengesahan Persetujuan dari Perusahaan.....	98
Lampiran 2 Lembar Pengesahan Selesai Skripsi.....	99
Lampiran 3 Lembar Bimbingan.....	100
Lampiran 4 Berita Acara Sidang Skripsi	101



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Pengendalian hama atau *pest control* adalah upaya mengurangi atau memusnahkan berbagai jenis serangga dan hama yang dapat menjadi gangguan di lingkungan rumah, industri, maupun komersial. Dalam konteks industri makanan, pengendalian hama menjadi komponen krusial untuk menjamin keamanan, kebersihan, dan kualitas produk, sekaligus mencegah potensi kontaminasi yang dapat mengancam kesehatan konsumen. Metode yang umum digunakan dalam pengendalian hama adalah pemanfaatan pestisida untuk mencegah hama memasuki area yang diinginkan serta membasmi hama yang telah ada di lokasi tertentu. Namun, penggunaan pestisida sering menimbulkan tantangan, baik dari sisi keamanan maupun dampak lingkungannya. Oleh karena itu, pendekatan baru dalam pengendalian hama sangat dibutuhkan, terutama yang bersifat lebih ramah lingkungan dan tetap efektif.

Dalam upaya memenuhi standar keamanan pangan yang tinggi, banyak perusahaan di industri makanan menerapkan *Food Safety System Certification* (FSSC) 22000. FSSC 22000 adalah skema sertifikasi keamanan pangan yang diakui secara internasional dan dirancang untuk membangun kerangka kerja yang komprehensif dalam mengelola dan mengendalikan risiko keamanan pangan di seluruh jaringan rantai pasokan. Skema ini mencakup beberapa standar, seperti ISO 22000:2018, ISO/TS 22002, serta berbagai persyaratan tambahan yang menjadikan FSSC sebagai standar yang sangat terstruktur (Gong & Yoo, 2023). Pada FSSC versi 5.1, pengendalian hama diatur secara rinci dalam klausul 12, yang menetapkan panduan untuk kebersihan, pembersihan, pemantauan, dan pencegahan akses hama.

Sebagai salah satu perusahaan di industri makanan, PT. XYZ telah berkomitmen

untuk menerapkan sistem keamanan pangan sesuai standar FSSC 22000. Meskipun demikian, tantangan utama yang masih dihadapi adalah keberadaan hama yang terkadang berhasil masuk ke area produksi. Hama, yang mencakup berbagai organisme seperti serangga dan tikus, dapat menyebabkan masalah serius, mulai dari kontaminasi silang hingga penurunan kualitas produk. Kehadiran serangga terbang di area produksi, misalnya, bisa menjadi vektor pembawa patogen yang berpotensi mencemari produk dan merusak reputasi perusahaan.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Sirmayanti *et al.* (2023), ditemukan bahwa penggunaan kipas angin industri dengan aliran udara kuat dapat menjadi metode efektif dalam mengusir serangga pembawa patogen, seperti lalat dan ngengat, dari area produksi makanan. Kipas angin tidak hanya berfungsi sebagai alat sirkulasi udara, tetapi juga berperan sebagai penghalang fisik yang efektif untuk hama. Pendekatan ini memberikan keuntungan besar karena lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan penggunaan insektisida dan pestisida yang sering meninggalkan residu berbahaya dan dapat memengaruhi kualitas produk.

Penelitian ini berfokus pada pengembangan alat pengendalian hama berbasis mekanis yang menggunakan aliran udara untuk mencegah hama memasuki area produksi. Alat ini dirancang untuk menjadi penghalang fisik yang efisien dan ramah lingkungan bagi berbagai jenis hama. Dengan menerapkan metode penghalang udara, risiko masuknya hama yang dapat menyebabkan kontaminasi silang atau cemaran fisik pada produk diharapkan dapat diminimalkan.

Penelitian ini memiliki beberapa keunggulan utama. Pertama, pendekatan pengendalian hama yang dikembangkan bersifat lebih ramah lingkungan karena mengurangi ketergantungan pada pestisida. Kedua, metode ini lebih aman untuk produk dan lingkungan sekitar, serta dapat diterapkan di berbagai jenis industri pangan.

Ketiga, alat ini diharapkan mampu memberikan solusi yang lebih berkelanjutan dan konsisten sesuai dengan standar FSSC 22000 yang menekankan pengendalian hama tanpa mengorbankan keamanan pangan.

Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya berkontribusi pada peningkatan standar keamanan pangan, tetapi juga menawarkan pendekatan inovatif yang mengedepankan keberlanjutan dan keamanan.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pemahaman terhadap klausul ISO TS 22002-1 klausul 12 dan permasalahan yang dihadapi oleh PT. XYZ, terdapat beberapa poin penting yang menjadi identifikasi masalah antara lain:

1. Meskipun PT. XYZ telah menerapkan berbagai sistem keamanan pangan, masih terdapat celah yang memungkinkan hama masuk ke area produksi. Kondisi ini menjadi ancaman serius bagi keamanan produk dan dapat mempengaruhi kualitas produksi.
2. Program pengendalian hama yang diterapkan perlu mencakup proses inspeksi, pemantauan, serta penggunaan alat dan metode yang tepat untuk mengeliminasi potensi infestasi hama. Program ini harus terus diperbarui dan dievaluasi agar efektif dalam mencegah serta mengendalikan masuknya hama.
3. Hama yang masuk ke area produksi berpotensi menyebabkan kontaminasi silang, baik secara fisik, kimiawi, maupun mikrobiologis. Kontaminasi silang ini dapat merusak kualitas produk dan mengancam keselamatan konsumen, sehingga penting untuk meminimalkan risiko ini secara sistematis.
4. Pengembangan alat penghalang hama yang efektif diharapkan menjadi solusi inovatif untuk mencegah hama masuk ke area produksi. Alat ini dirancang untuk membantu mengurangi risiko kontaminasi, menjaga standar keamanan pangan

sesuai FSSC 22000, dan meningkatkan efektivitas pengendalian hama di lingkungan produksi.

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dengan ruang lingkup yang terbatas pada aspek pengendalian hama di industri pangan, khususnya pada implementasi pengendalian hama di PT. XYZ. Ruang lingkup penelitian meliputi:

1. Penelitian ini berfokus pada penerapan Klausul 12 mengenai pengendalian hama, bagian integral dari standar FSSC 22000 versi 5.1. Klausul ini mencakup aspek-aspek penting seperti prosedur kebersihan, inspeksi, pemantauan, dan pengendalian hama untuk menjaga area produksi bebas dari kontaminasi. Penelitian akan mengevaluasi tingkat kepatuhan PT. XYZ terhadap klausul ini, serta tantangan yang dihadapi dalam implementasinya.
2. Penelitian ini fokus kepada pengembangan dan pengujian alat penghalang hama yang dirancang untuk mencegah masuknya hama ke area produksi. Fokus utama adalah mengukur efektivitas alat tersebut dalam mengurangi potensi infestasi dan memastikan kesesuaiannya dengan standar keamanan pangan FSSC 22000.
3. Penelitian mencakup evaluasi program pengendalian hama yang sudah diterapkan di PT. XYZ. Evaluasi ini meliputi penunjukan personel yang bertanggung jawab, dokumentasi program, penggunaan bahan kimia yang disetujui, metode pencegahan akses hama, serta sistem pemantauan dan pemberantasan hama. Penilaian dilakukan sesuai ketentuan yang diatur dalam Klausul 12
4. Penelitian ini akan menganalisis potensi risiko yang dihadapi PT. XYZ akibat masuknya hama ke area produksi. Fokus utamanya adalah pada risiko kontaminasi silang, yang dapat mengancam kualitas produk dan keamanan pangan. Risiko ini akan dianalisis dalam kaitannya dengan pemenuhan standar FSSC 22000, serta

bagaimana alat penghalang hama yang dikembangkan dapat meminimalkan risiko tersebut.

5. Penelitian ini juga mencakup evaluasi program pemantauan hama melalui penggunaan detektor dan perangkat, serta kepatuhan terhadap ketentuan penggunaan bahan kimia yang disetujui di area produksi. Penelitian akan menganalisis efektivitas alat deteksi dan perangkat yang diterapkan di PT. XYZ, termasuk aspek penyimpanan dan penggunaan bahan kimia pestisida yang aman dan sesuai standar.
6. Kepatuhan Terhadap Standar Keamanan Pangan FSSC 22000: Penelitian ini akan menilai sejauh mana program pengendalian hama di PT. XYZ, termasuk alat penghalang yang dikembangkan, mendukung pemenuhan standar FSSC 22000. Evaluasi ini berfokus pada kepatuhan terhadap persyaratan kebersihan, pencegahan, dan pemberantasan hama, serta dampaknya terhadap keamanan dan kualitas pangan yang dihasilkan.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Merancang alat kipas untuk membantu mengurangi jumlah lalat di area tertentu. Dengan menggunakan kipas, aliran udara dapat mengganggu jalur terbang lalat, menghambat reproduksi mereka, atau bahkan membuat lalat terbang dari area tersebut.
2. Mengidentifikasi dan menutup celah yang memungkinkan hama memasuki area produksi untuk meningkatkan keamanan produk.
3. Menilai kelayakan dan keberhasilan program pengendalian hama saat ini dalam mengurangi risiko infestasi, termasuk praktik inspeksi, pemantauan, dan penggunaan metode pengendalian.

4. Mencegah risiko kontaminasi fisik pada produk yang disebabkan oleh hama, yang dapat mempengaruhi kualitas dan keamanan pangan.
5. Menguji efektivitas alat penghalang ini untuk memastikan area produksi tetap bebas dari hama dan memenuhi standar keamanan pangan FSSC 22000.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Alat kipas sebagai pengendali hama, khususnya untuk lalat, dirancang untuk memberikan solusi yang lebih efektif, aman, dan ramah lingkungan.
2. Menyediakan lingkungan produksi yang lebih bersih dan aman dari infestasi hama, yang berkontribusi terhadap pemenuhan standar keamanan pangan.
3. Menghasilkan evaluasi yang dapat digunakan untuk memperkuat kebijakan dan prosedur pengendalian hama di PT. XYZ, sehingga lebih efektif dan efisien.
4. Meningkatkan keamanan produk dengan meminimalkan risiko kontaminasi hama, yang pada akhirnya melindungi kesehatan konsumen dan karyawan.
5. Alat ini diharapkan mampu menghalau hama, khususnya lalat, dari area produksi secara efektif, sehingga lingkungan produksi lebih terlindungi dari potensi kontaminasi.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

BAB I: Pendahuluan

Bab ini memaparkan latar belakang masalah, identifikasi masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II: Landasan Teori

Berisi pembahasan teori-teori yang relevan dengan penelitian ini, seperti teori terkait *air curtain*, teori lalat, teori akibat adanya kontaminasi silang makanan keracunan.

BAB III: Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan metode penelitian yang digunakan, mencakup pendekatan penelitian, teknik pengumpulan data, analisis data, serta prosedur dalam mengimplementasikan dan mengevaluasi solusi yang diusulkan.

BAB IV : Hasil dan Pembahasan

Bab ini memaparkan hasil penelitian yang diperoleh, data tangkapan hama pada *fly catcher* sebelum dilakukan pemasangan kipas, data tangkapan pada *fly catcher* setelah dilakukan pemasangan kipas, serta dilakukan evaluasi dari hasil data tangkapan *fly catcher*.

BAB V: Simpulan dan Saran

Bab ini berisi simpulan dari hasil penelitian serta saran yang dapat diberikan kepada PT XYZ terkait pemasangan alat kipas sebagai pengendali hama.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Pentingnya Pengendalian Hama dalam Industri Pangan

Pengendalian hama adalah salah satu langkah penting dalam menjaga keamanan pangan (Siregar, 2023). Hama, termasuk serangga dan hewan pengerat, memiliki potensi tinggi untuk mencemari produk pangan, yang berdampak pada kualitas dan keselamatan produk akhir. Kehadiran hama di lingkungan produksi pangan bisa menyebabkan kontaminasi fisik, kimia, atau mikrobiologis yang merugikan konsumen dan perusahaan. Oleh sebab itu, pengendalian hama menjadi bagian yang tidak dapat diabaikan dalam sistem manajemen keamanan pangan, terutama dalam memenuhi standar seperti *Food Safety System Certification* (FSSC) 22000 dan ISO TS 22002-1.

Menurut Andriana (2023), kontaminasi oleh hama adalah ancaman serius bagi industri pangan karena dapat menimbulkan berbagai risiko kesehatan bagi konsumen, termasuk infeksi bakteri dan virus. Contohnya pada lalat diketahui sebagai salah satu hama utama di lingkungan industri pangan karena dapat membawa bakteri patogen seperti *Salmonella* dan *E. coli* yang dapat menyebabkan penyakit bawaan makanan.

FSSC 22000 versi 5.1, menekankan pentingnya pengendalian hama dalam menjaga keamanan pangan pada klausul 12. Di dalam perusahaan harus memiliki program pengendalian hama yang efektif dan terukur, yang mencakup inspeksi rutin, penggunaan bahan kimia yang aman, dan perlengkapan fisik seperti perangkat atau penghalang untuk mengendalikan populasi hama (Setiawan, 2023). Penelitian menunjukkan berapa standar FSSC 22000 pada perusahaan pangan di Indonesia meningkatkan kebersihan area produksi dan mengurangi risiko kontaminasi produk oleh serangga.

Disisi lain, fasilitas yang baik juga mengurangi biaya produksi yang disebabkan oleh produk yang tercemar atau rusak. Studi yang dilakukan oleh Supriyanto (2023)

menekankan bahwa investasi pada sistem pengendalian hama yang efektif dapat mengurangi biaya operasional karena menurunkan risiko terjadinya kontaminasi yang menyebabkan penarikan produk.

Dari perspektif internasional, Kusuma (2021) menunjukkan bahwa 20% dari produk pangan global rusak akibat infestasi hama, yang secara langsung mempengaruhi produktivitas dan keuntungan perusahaan. Penelitian lainnya oleh Harahap (2021) bahwa kehadiran hama di fasilitas pangan dapat merusak reputasi merek dan menurunkan kepercayaan konsumen.

Selain itu, penerapan pengendalian hama juga mengacu pada analisis risiko dan penerapan tindakan preventif. Menurut Susanti (2023), perusahaan pangan harus menerapkan pengukuran risiko yang tepat dan menetapkan zona-zona kontrol khusus di sekitar area produksi untuk meminimalkan akses hama. Langkah ini perlu diintegrasikan dengan teknologi modern untuk memastikan produksi bebas hama.

Penerapan teknologi dalam pengendalian hama telah terbukti efektif di beberapa pangan global. Studi oleh Jaya dan Setiawan (2023) mengungkapkan bahwa penggunaan perangkat otomatis seperti pintu otomatis penyaring dan kipas udara (*air curtain*) dapat mengurangi masuknya hama hingga 80% di area produksi pangan.

Pada level nasional, industri pangan Indonesia masih menghadapi tantangan dalam pengendalian hama yang ketat, terutama pada usaha kecil dan menengah (UKM). Menurut Santoso dan Dewi (2021), UKM sering kali memiliki keterbatasan sumber daya dan kurangnya pengetahuan tentang pentingnya pengendalian hama sesuai standar internasional. Hal ini menimbulkan risiko kontaminasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan perusahaan besar yang sistem pengendalian hama terintegrasi.

Kehadiran lalat, kecoa, dan tikus adalah masalah yang umum di fasilitas pangan yang memiliki celah atau kurang terlindungi. Susanti (2023) menyebutkan bahwa keberadaan

hama ini tidak hanya menyebabkan kerugian ekonomi, tetapi juga melanggar regulasi keamanan pangan yang ditetapkan oleh pemerintah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sugiharto (2022), hama dapat berfungsi sebagai vektor bagi patogen berbahaya menyebar melalui produk pangan, terutama di fasilitas dengan sanitasi yang kurang baik

2.2 Food Safety System Certification (FSSC) 22000 Klausul 12

Food Safety System Certification (FSSC) 22000 adalah salah satu standar keamanan pangan global yang diakui secara internasional, dirancang untuk memastikan bahwa sistem manajemen keamanan pangan di industri berjalan sesuai dengan ketentuan yang berlaku. Sertifikasi ini mengintegrasikan ISO 22000 dan spesifikasi teknis lainnya, termasuk ISO/TS 22002-1 yang fokus pada prasyarat industri pangan. Klausul 12 dalam ISO/TS 22002-1, bagian dari FSSC 22000, menitikberatkan pada pengendalian hama sebagai bagian integral dari keamanan pangan. Klausul ini menuntut setiap fasilitas pangan untuk menerapkan langkah-langkah sistematis guna memantau dan mengendalikan hama, memastikan bahwa produksi dan produk terbebas dari risiko kontaminasi akibat hama.

Pengendalian hama yang efektif diperlukan agar tidak terjadi kontaminasi silang, baik melalui serangga maupun hewan lainnya, yang dapat menyebabkan penurunan kualitas produk dan berpotensi membahayakan kesehatan konsumen. Dengan memastikan implementasi pengendalian hama sesuai dengan standar ini, perusahaan dapat menjaga mutu dan reputasi produk mereka, sekaligus memenuhi persyaratan peraturan yang ada.

Beberapa ketentuan yang ditetapkan dalam klausul tersebut meliputi:

1. Klausul 12.1 – Menyoroti prosedur kebersihan, pembersihan, inspeksi, dan pemantauan bahan baku dan ruang produksi untuk mencegah terciptanya lingkungan yang kondusif bagi aktivitas hama. Prosedur ini merupakan langkah

awal dalam mengurangi risiko infeksi hama yang dapat membahayakan keamanan pangan.

2. Klausul 12.2 (*Pest Control Programmes*) – Menegaskan bahwa pengelolaan pengendalian hama harus dilakukan oleh personel yang terlatih atau kontraktor ahli, dengan dokumentasi yang jelas terkait identifikasi hama target, metode dan jadwal pengendalian, serta persyaratan pelatihan jika diperlukan. Semua bahan kimia yang digunakan juga harus terdaftar dan sesuai untuk area tertentu.
3. Klausul 12.3 (*Preventing Access*) – Mengharuskan perawatan bangunan yang baik dengan menutup setiap potensi akses bagi hama, termasuk pintu, jendela, ventilasi, dan saluran pembuangan.
4. Klausul 12.4 (*Harbourage and Infestations*) – Mengatur penyimpanan untuk meminimalkan ketersediaan sumber makanan dan air yang dapat mendukung perkembangan hama, serta memastikan bahwa setiap bahan yang terinfestasi dikelola dengan tepat untuk mencegah kontaminasi silang.
5. Klausul 12.5 (*Monitoring and Detection*) – Mengamanatkan adanya program pemantauan hama dengan pemasangan detektor dan perangkat yang kuat serta tahan lama. Program ini harus mencakup peta detektor, metode analisis tren aktivitas hama, dan evaluasi hasil inspeksi.
6. Klausul 15.6 (*Eradication*) – Menuntut tindakan pemberantasan segera jika ditemukan bukti infestasi, dengan pestisida yang diaplikasikan oleh operator terlatih serta dokumentasi terkait penggunaan pestisida untuk keamanan produk.

2.2.1 Pengertian dan Tujuan Klausul 12: Pengendalian Hama

Klausul 12 dari ISO/TS 22002-1 dalam FSSC 22000 bertujuan untuk melindungi produk pangan dari kemungkinan kontaminasi akibat hama, yang meliputi serangga, burung, tikus, dan hewan lainnya yang bisa menjadi sumber bahaya dalam proses produksi pangan. Pengendalian hama dalam konteks ini bukan hanya bertujuan mengeliminasi hama yang sudah ada, namun juga mencegah masuknya hama ke dalam area produksi dan penyimpanan bahan pangan. Sebagai bagian dari prasyarat penting untuk keamanan pangan, pengendalian hama yang efektif merupakan langkah kritis yang dapat menekan risiko kontaminasi produk oleh patogen dan unsur-unsur asing lainnya.

Tujuan utama dari klausul ini adalah untuk:

- a. Mencegah kontaminasi pangan oleh hama: Hama dapat membawa patogen yang berbahaya, yang apabila terkontaminasi pada produk pangan dapat menyebabkan penyakit pada konsumen.
- b. Menjamin keselamatan dan kualitas produk: Dengan menjaga lingkungan produksi bebas dari hama, perusahaan dapat memastikan produk yang dihasilkan memenuhi standar kualitas dan keamanan.
- c. Mematuhi regulasi dan standar keamanan pangan: Penerapan pengendalian hama juga memastikan bahwa perusahaan mematuhi persyaratan standar nasional dan internasional dalam keamanan pangan, seperti yang ditetapkan dalam FSSC 22000.

Menurut Lestari (2023), ketatnya pengendalian hama dalam standar ini menunjukkan pentingnya langkah-langkah preventif dalam menjaga kualitas produk, terutama pada produk pangan yang rentan terhadap kontaminasi. Selain itu, Supriyanto (2023) mengemukakan bahwa pengendalian hama berfungsi untuk

mencegah segala bentuk kerugian yang timbul dari produk yang tercemar atau rusak, yang akan berdampak pada reputasi dan kepercayaan konsumen terhadap merek.

2.2.2 Struktur Klausul 12 dalam FSSC 22000

Struktur Klausul 12 dalam FSSC 22000 dirancang untuk mengakomodasi berbagai aspek pengendalian hama di lingkungan industri pangan, dari pencegahan hingga penanganan dan *monitoring*. Berikut adalah beberapa komponen utama dari struktur klausul ini:

- a. Identifikasi dan Pemantauan Hama: Perusahaan harus mengidentifikasi jenis-jenis hama yang mungkin masuk ke fasilitas produksi dan melakukan pemantauan secara berkala. Langkah ini meliputi inspeksi area produksi, penyimpanan, dan ruang lain yang rentan terhadap infestasi hama.
- b. Langkah Pencegahan dan Pengendalian: Standar ini menuntut penerapan langkah-langkah pencegahan yang efektif, seperti penggunaan air curtain, perangkap, dan pemasangan pintu atau jendela yang sesuai agar hama tidak masuk. Menurut Susanti (2023), penerapan langkah pencegahan ini terbukti dapat menurunkan risiko infestasi hama hingga 70%.
- c. Penggunaan Bahan Kimia yang Aman: Bahan kimia yang digunakan untuk mengendalikan hama harus terdaftar dan aman bagi lingkungan pangan. Kriteria keamanan ini mencakup tidak adanya residu kimia yang berpotensi mencemari produk pangan atau peralatan produksi.
- d. Pemeliharaan Rutin: Pemeliharaan fasilitas fisik dan peralatan pengendalian hama menjadi bagian penting dalam struktur klausul ini untuk menjaga efektivitas kontrol secara berkesinambungan. Menurut Lestari (2023), pemeliharaan yang terjadwal dapat memperpanjang usia alat pengendalian

hama sekaligus meningkatkan kualitas lingkungan produksi yang bebas dari infestasi.

- e. Dokumentasi dan Pelaporan: Setiap tindakan pengendalian hama harus didokumentasikan dengan baik, mencakup hasil pemantauan, penggunaan bahan kimia, dan tindakan perbaikan yang telah dilakukan. Dokumentasi ini tidak hanya memudahkan evaluasi program pengendalian hama, tetapi juga sebagai bukti pemenuhan standar jika ada audit eksternal.

Implementasi dari struktur ini memerlukan pelatihan dan pemahaman menyeluruh bagi setiap anggota tim di perusahaan. Santoso dan Dewi (2021) menyatakan bahwa ketidakpatuhan terhadap prosedur ini sering kali terjadi akibat minimnya pemahaman pekerja terkait pentingnya pengendalian hama yang terstruktur.

2.3 Desain Model Pintu dan Sistem Ventilasi untuk Pengendalian Hama

Dalam industri pangan, menjaga fasilitas agar tetap bebas dari hama adalah prioritas utama untuk melindungi kualitas dan keamanan produk. Salah satu cara yang efektif untuk mengurangi risiko masuknya hama ke dalam area produksi adalah melalui desain yang tepat dari pintu akses dan sistem ventilasi. Perencanaan dan pemasangan pintu serta ventilasi yang baik dapat menjadi penghalang fisik sekaligus berfungsi sebagai pengendalian lingkungan yang mencegah serangga atau hama lainnya masuk ke area sensitif.

Desain pintu yang efektif untuk pengendalian hama sering kali mencakup penggunaan *air curtain* atau pintu otomatis yang tertutup rapat. *Air curtain* adalah teknologi yang menciptakan aliran udara yang kuat dan stabil di titik akses pintu, sehingga mencegah hama seperti lalat atau serangga kecil masuk melalui celah pintu yang terbuka. Menurut Dalilah (2022), *air curtain* yang dipasang pada pintu akses di

fasilitas produksi pangan dapat mengurangi risiko masuknya serangga hingga 80%, terutama jika disesuaikan dengan tinggi dan lebar pintu serta tekanan udara yang cukup.

Selain *air curtain*, kipas berkecepatan tinggi juga menjadi solusi alternatif dan ekonomis untuk mencegah masuknya hama melalui pintu akses. Kipas ini bekerja dengan menciptakan aliran udara horizontal atau vertikal yang kuat, yang mampu menghalangi hama terbang seperti lalat dan serangga kecil memasuki area produksi.

Namun, pada pintu dengan ketinggian tidak standar (misalnya lebih dari 2,5 meter), efektivitas kipas atau *air curtain* dapat berkurang jika tidak dirancang dengan parameter yang tepat. Penelitian oleh Halim *et al.* (2022) mencatat bahwa pada pintu dengan ketinggian lebih dari 2,5 meter, aliran udara dari kipas atau *air curtain* seringkali menyebar dan melemah sebelum mencapai bagian bawah pintu. Hal ini membuka celah bagi serangga kecil untuk masuk melalui area bawah. Oleh karena itu, penggunaan kipas berdaya tinggi dan desain *multi-layer* (menggunakan beberapa kipas yang ditempatkan pada ketinggian berbeda) dapat menjadi solusi untuk memastikan distribusi udara tetap merata di seluruh area pintu.

2.3.1 Efektivitas Alat Kipas dalam Mencegah Hama

Menurut Moerman *et al.* (2023) efektivitas kipas dalam mencegah hama masuk juga dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti:

- a. Aliran udara minimal 5-8 m/s direkomendasikan untuk menghalangi lalat dan serangga kecil. Kecepatan ini cukup untuk mengganggu kemampuan serangga dalam bermanuver.
- b. Pada pintu tinggi, kipas besar dengan sudut kemiringan tertentu harus dipasang untuk memastikan udara diarahkan ke seluruh tinggi dan lebar pintu.

Studi oleh Prasetya (2021) menunjukkan bahwa penempatan kipas pada ketinggian 2 meter dengan kemiringan 45° dapat meningkatkan efektivitas

hambatan udara hingga 30% dibandingkan pemasangan sejajar.

- c. Jika pintu mengarah langsung ke area luar dengan angin yang sering berubah arah, kipas harus memiliki kapasitas yang cukup besar untuk melawan aliran udara eksternal yang dapat mengurangi efektivitas penghalang udara.
- d. Kipas harus dijaga kebersihannya untuk memastikan aliran udara tidak terhalang oleh debu atau partikel yang menumpuk pada bilah kipas.

Selain itu, desain pintu yang otomatis dan bersegel ketat juga memainkan peran penting. Pintu otomatis mengurangi waktu terbuka yang sering terjadi pada pintu manual, yang memungkinkan udara eksternal (bersama hama yang terbawa) masuk ke area produksi. Hasil penelitian oleh Saputra *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pintu otomatis di fasilitas produksi pangan mengurangi frekuensi terpaparnya area produksi terhadap lingkungan eksternal, sehingga mengurangi potensi kontaminasi hingga 90%. Penggunaan pintu bersegel juga penting, karena dapat mencegah celah di sekitar pintu yang bisa dimanfaatkan oleh serangga kecil untuk masuk.

2.3.2 AutoCAD dalam Desain Fasilitas Industri Pangan

AutoCAD merupakan perangkat lunak desain berbasis komputer yang memungkinkan pengguna untuk membuat gambar teknik yang presisi dan profesional. *AutoCAD* menjadi standar dalam industri teknik dan arsitektur karena fitur-fiturnya yang mendukung pembuatan desain dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D) dengan presisi tinggi. Pada konteks pengendalian hama dalam fasilitas pangan, penggunaan *AutoCAD* membantu dalam perancangan ruang yang meminimalkan peluang masuknya hama serta memastikan peralatan dapat dipasang dan dioperasikan sesuai spesifikasi.

Dengan menggunakan *AutoCAD*, desainer dapat menciptakan gambar pintu

dan sistem ventilasi yang sesuai dengan standar keamanan pangan, termasuk dalam pemilihan material, dimensi, dan tata letak. Berikut adalah beberapa keunggulan *AutoCAD* dalam desain sistem ventilasi dan model pintu untuk pengendalian hama:

- a. *AutoCAD* mendukung perancangan yang sangat presisi dengan skala dan dimensi yang bisa diatur hingga ke satuan terkecil. Dalam desain model pintu dan sistem ventilasi, fitur ini memungkinkan desainer menentukan ukuran pintu yang ideal dan lokasi ventilasi yang optimal untuk mencegah masuknya hama.
- b. Dalam *AutoCAD*, pengguna dapat bekerja dengan "*layer*" untuk memisahkan elemen desain seperti pintu, dinding, ventilasi, dan elemen lain yang relevan. *Layering* membantu desainer fokus pada bagian tertentu dari sistem ventilasi atau pintu tanpa mengganggu elemen lain, yang meningkatkan efisiensi desain.
- c. Fitur 3D pada *AutoCAD* memungkinkan visualisasi desain pintu dan ventilasi dalam lingkungan 3D, yang bermanfaat untuk simulasi cara kerja serta memastikan semua elemen desain dapat berfungsi sesuai rencana. Misalnya, desainer dapat memvisualisasikan aliran udara melalui ventilasi dan mengevaluasi aksesibilitas pintu untuk pekerja.
- d. *AutoCAD* mendukung pembaruan atau modifikasi desain yang cepat. Desainer dapat dengan mudah mengubah ukuran pintu, menggeser lokasi ventilasi, atau menambahkan fitur tambahan seperti *air curtain* yang akan membantu mengurangi masuknya hama.
- e. Kemampuan untuk Mengintegrasikan Standar Desain
Dalam industri pangan, desain pintu dan ventilasi perlu mengikuti standar tertentu, seperti ISO 22000 dan FSSC 22000, untuk keamanan pangan.

AutoCAD menyediakan pustaka standar teknik yang dapat digunakan untuk menyesuaikan desain agar sesuai dengan spesifikasi dan regulasi tersebut.

Pada fasilitas pangan, pintu dan ventilasi berfungsi sebagai batas utama antara area produksi dan lingkungan eksternal. Desain pintu dapat mencakup penambahan fitur khusus seperti *air curtain* atau pintu geser otomatis untuk mencegah hama masuk. Sistem ventilasi yang dirancang menggunakan *AutoCAD* juga dapat diatur agar tidak memberikan celah yang dapat menjadi jalur hama. Dengan mengandalkan perangkat lunak seperti *AutoCAD*, perusahaan dapat mengembangkan desain pintu dan ventilasi yang memenuhi kebutuhan industri pangan serta mematuhi standar keamanan pangan yang ketat.

Secara keseluruhan, *AutoCAD* adalah alat penting dalam mendukung perancangan infrastruktur yang memastikan keamanan fasilitas produksi dari risiko hama, sehingga meningkatkan keamanan produk dan mendukung sistem manajemen keamanan pangan yang efektif.

2.4 Penelitian yang Relevan

Pengendalian hama dalam industri pangan merupakan langkah strategis untuk menjaga keamanan dan kualitas produk. Dinata (2024) menemukan bahwa penerapan sistem pengendalian hama berbasis inspeksi rutin dan perangkat dapat mengurangi risiko kontaminasi hingga 85%. Sementara itu, Ristyanti dan Masithah (2021) menegaskan pentingnya pemantauan berkala untuk mengidentifikasi potensi infestasi sejak dini, sehingga mengurangi risiko gangguan dalam proses produksi.

Penelitian Handayani *et al.* (2021) memberikan analisis penerapan *Good manufacturing practice* (GMP) berdasarkan ISO/TS 22002-1:2009 di PT. Marinal Indoprima, dengan temuan yang relevan terhadap sistem keamanan pangan. Namun, abstrak penelitian kurang memberikan solusi spesifik dan dampak praktis untuk

perbaikan. Meskipun penelitian ini berfokus pada pencegahan kontaminasi silang, sanitasi, dan kebersihan, implementasinya kurang mendalam untuk mendukung langsung perancangan alat fisik seperti kipas pengendali hama di pabrik. Penelitian Fadhila *et al.* (2024) menunjukkan keberhasilan implementasi CPPB-IRT dalam produksi bolen dengan tingkat kesesuaian 86,6%, tetapi juga menemukan ketidaksesuaian pada kebersihan karyawan dan fasilitas. Temuan ini memberikan wawasan untuk mengidentifikasi kelemahan lingkungan kerja, tetapi kurang menawarkan solusi konkret yang relevan untuk mendukung penerapan alat pengendali hama.

Studi Saefullah *et al.* (2023) mengangkat pentingnya penerapan FSSC 22000 sebagai keunggulan kompetitif perusahaan, menekankan peran vital karyawan. Sayangnya, data empiris yang mendukung klaim ini minim, sehingga relevansinya terhadap pengendalian hama masih terbatas. Penelitian Aisyah *et al.* (2023) menyebutkan kontribusi standar keamanan pangan seperti GMP, SSOP, dan HACCP terhadap daya saing ekspor, tetapi tidak mengeksplorasi tantangan praktis yang signifikan. Meski memberikan wawasan mengenai pentingnya sanitasi, jurnal ini kurang detail untuk diadopsi pada solusi teknis seperti kipas pengendali hama.

Penelitian Rachmawati *et al.* (2023) menemukan penerapan GMP yang buruk pada produksi bubuk kopi CV. XY dengan banyak ketidaksesuaian kritis terkait sanitasi, ventilasi, dan pelatihan personel. Temuan ini berpotensi menjadi dasar identifikasi kebutuhan alat seperti kipas pengendali hama, tetapi kurang mendalam dalam mengeksplorasi faktor penyebab dan dampak implementasi perbaikan. Sementara itu, penelitian Muthalib *et al.* (2023) menunjukkan keberhasilan penerapan GMP dan *Standard Sanitation Operation Procedure* (SSOP) di PT. Bumi Menara Internusa dengan penyimpangan minor. Meskipun positif, penelitian ini tidak memberikan

rekomendasi rinci untuk mencegah penyimpangan lebih serius, sehingga kurang mendukung langsung inovasi teknologi pengendalian hama. Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini memberikan dasar teoretis yang relevan untuk perancangan alat, tetapi perlu data empiris yang lebih spesifik dan solusi praktis yang terfokus untuk mendukung implementasi kipas sebagai pengendali hama.

Penelitian Kamaluddin *et al.* (2023) mengungkapkan peningkatan signifikan dalam pemahaman pemilik kantin di Fakultas Teknik Unhas tentang pentingnya sertifikasi halal, dengan hasil tes yang menunjukkan kenaikan persentase jawaban benar dari 33% menjadi 67%. Meskipun demikian, penelitian ini kurang mendalami faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pemahaman awal peserta atau tantangan yang mereka hadapi dalam implementasi sertifikasi halal. Penelitian ini juga tidak mengeksplorasi dampak jangka panjang dari peningkatan pengetahuan tersebut terhadap praktik bisnis sehari-hari maupun kemajuan usaha peserta. Relevansi penelitian ini terhadap perancangan kipas pengendali hama berada pada aspek kepatuhan terhadap standar dan regulasi, namun aplikasinya memerlukan pengembangan lebih lanjut dalam konteks alat teknis.

Sementara itu, penelitian Purnomo *et al.* (2021) memberikan bantuan kepada pelaku usaha AMDK di Kota Ternate dalam menyusun dokumen kualitas berbasis SNI 3553:2015 untuk memperoleh sertifikasi CPPOB dan izin distribusi. Penelitian ini memberikan wawasan tentang pentingnya dokumentasi dan pelatihan untuk memenuhi standar, tetapi kurang menggali tantangan praktis yang dihadapi pelaku usaha, seperti kendala sumber daya atau proses pengajuan ke lembaga terkait. Penelitian ini dapat menjadi dasar pengembangan alat seperti kipas pengendali hama dalam hal memenuhi persyaratan sertifikasi dan dokumentasi standar keamanan. Namun, seperti penelitian sebelumnya, pendekatan praktis yang lebih mendalam diperlukan agar hasilnya lebih aplikatif dalam konteks pengendalian hama di lingkungan pabrik.

Pada studi desain fasilitas, Halim *et al.* (2022) mengkaji efektivitas *air curtain* pada pintu dengan ketinggian lebih dari 2,5 meter. Penelitian mereka menunjukkan bahwa aliran udara minimal 5-8 m/s mampu menghalangi hama kecil meskipun arah angin luar sering berubah. Sementara itu, Prasetya (2021) mengemukakan bahwa kombinasi *air curtain* dengan ventilasi otomatis dapat meningkatkan efisiensi sistem hingga 35% dibandingkan pendekatan konvensional.

Sihaloho (2024) menyoroti bahwa sektor Usaha Kecil dan Menengah (UKM) menghadapi tantangan utama dalam pengendalian hama karena keterbatasan anggaran dan tenaga ahli. Mereka menyarankan program pelatihan berbasis praktik untuk meningkatkan kapasitas teknis pekerja. Novitasari dan Asbari (2022) dalam penelitian lain, menyebutkan bahwa dokumentasi yang terstruktur dan penggunaan *checklist* inspeksi sangat penting untuk mendukung kepatuhan terhadap standar FSSC 22000.

Moniharapon (2023) meneliti bahwa desain ventilasi bertekanan positif dapat mencegah serangga kecil masuk ke area produksi hingga 78%. Penelitian ini menekankan bahwa parameter desain seperti arah aliran udara dan kecepatan angin menjadi faktor penting. Sementara itu, Siahaan *et al.* (2022) mencatat bahwa penggunaan *air curtain* dalam industri makanan ringan mampu mengurangi risiko kontaminasi lintas hingga 82% jika digunakan bersamaan dengan perangkat fisik lainnya.

Rusli dan Putra (2023) meneliti efektivitas penerapan *Integrated Pest Management* (IPM) yang mencakup kombinasi teknologi dan inspeksi manual. Studi ini menyimpulkan bahwa IPM dapat mengurangi biaya pengendalian hama hingga 20% dibandingkan metode tradisional. Selain itu, Kusuma (2021) melaporkan bahwa pelatihan pekerja mengenai tanda-tanda awal infestasi hama dapat meningkatkan respons penanganan infestasi hingga 50%.

Pada skala global, Ruiz (2021) mengembangkan indikator kinerja baru, *adapted*

separation efficiency, untuk mengevaluasi efektivitas tirai udara dalam berbagai konfigurasi dan kondisi operasional. Studi menggunakan simulasi *Large Eddy* yang divalidasi menunjukkan bagaimana gradien tekanan, densitas lintas-jet, dan fluks momentum memengaruhi efisiensi pemisahan. Indikator ini menawarkan pendekatan universal untuk berbagai aplikasi AC, meskipun kompleksitas dinamikanya tetap menjadi tantangan. Dalam studi lain, Mohamad dan Choon (2023) menyoroti bahwa ventilasi dengan desain bertekanan positif dapat menciptakan lingkungan yang tidak kondusif bagi hama. Penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan tekanan minimal 5 Pa cukup untuk mencegah masuknya serangga kecil ke dalam area produksi.

Costa *et al.* (2021), dalam analisis terhadap fasilitas pangan global, menemukan bahwa infestasi tikus di fasilitas produksi menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan, terutama dalam hal pencemaran bahan baku. Mereka merekomendasikan penggunaan perangkat elektronik untuk efisiensi yang lebih tinggi. Song *et al.* (2023) menunjukkan bahwa sensor otomatis dengan integrasi *cloud* dapat mendeteksi aktivitas hama secara lebih efektif dibandingkan sistem manual. Dengan data yang dikumpulkan secara *real-time*, perusahaan dapat mengurangi waktu respons hingga 40%.

Akhirnya, Johnson dan Smith (2023) menemukan bahwa desain fasilitas dengan kombinasi pintu otomatis bersegel rapat dan sistem alarm hama memberikan perlindungan yang optimal dalam menjaga integritas produk pangan. Penelitian ini menyoroti bahwa keberlanjutan program pengendalian hama sangat bergantung pada pemeliharaan rutin sistem teknologi yang digunakan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai alur proses dalam menjawab permasalahan efektivitas penggunaan kipas pada pintu dengan ketinggian yang tidak sesuai standar. Penelitian ini berfokus pada upaya mengatasi penurunan efektivitas aliran udara yang disebabkan oleh perbedaan ketinggian pintu dengan standar desain kipas. Permasalahan ini berdampak pada kemampuan kipas dalam mencegah masuknya serangga secara optimal. Untuk itu, penelitian ini mendasarkan analisisnya pada identifikasi variabel utama yang berpengaruh, seperti tinggi pintu, posisi pemasangan kipas, dan kecepatan aliran udara yang dihasilkan.

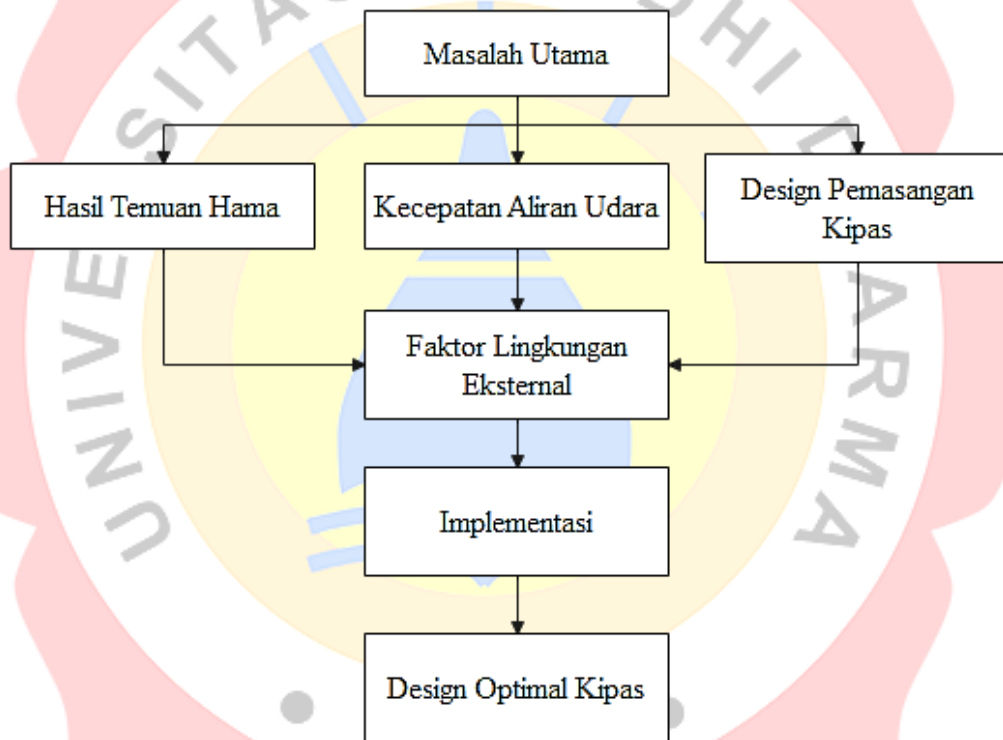
Variabel-variabel utama tersebut diidentifikasi sebagai faktor kritis yang memengaruhi kinerja kipas dalam menciptakan penghalang udara di sekitar pintu. Kerangka pemikiran ini juga memperhatikan hubungan antara standar desain kipas yang digunakan dengan kondisi aktual di lapangan, serta kebutuhan untuk melakukan modifikasi teknis atau penyesuaian perangkat. Dengan menyusun kerangka yang terstruktur, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan solusi yang tidak hanya mengatasi permasalahan teknis tetapi juga memberikan rekomendasi yang aplikatif untuk meningkatkan efektivitas aliran udara pada pintu-pintu dengan ketinggian tidak standar.

Penelitian ini didasari oleh identifikasi variabel-variabel utama, yaitu:

1. Hasil data temuan dari hama.
2. Kecepatan aliran udara: Pengaruh aliran minimal 5-8 m/s pada hambatan terhadap serangga kecil.

3. Desain pemasangan kipas: Pemasangan sejajar dibandingkan dengan *multi-layer*.
4. Faktor lingkungan eksternal: Perubahan arah angin dan keberadaan partikel debu yang dapat memengaruhi aliran udara.

Pada kerangka penelitian menjelaskan hubungan desain kipas dengan pola aliran udara untuk menciptakan penghalang yang efektif pada pintu tinggi. Fokusnya adalah menyesuaikan desain kipas agar aliran udara terdistribusi merata, memberikan perlindungan optimal terhadap serangga. Kerangka ini mengarahkan pada solusi desain kipas yang efisien, adaptif, dan aplikatif sesuai kondisi nyata.



Gambar 3. 1 Kerangka Pemikiran

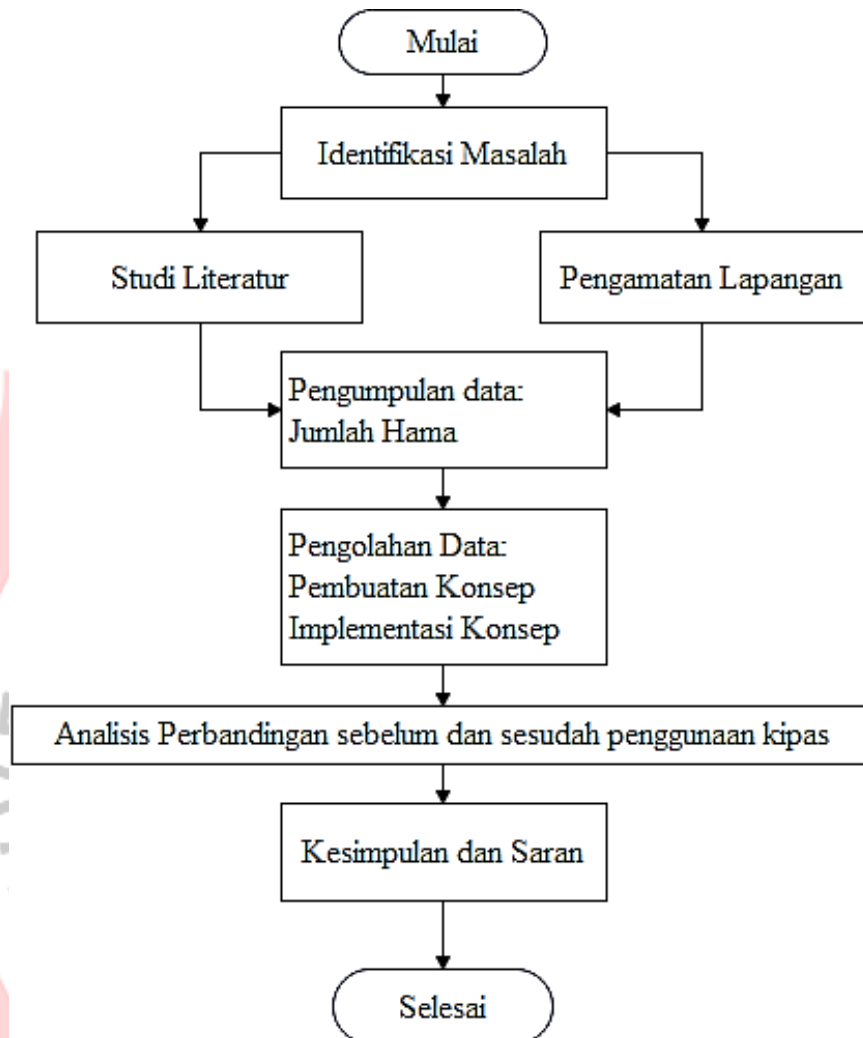
Gambar 3.1 menunjukkan kerangka pemikiran yang dirancang untuk merumuskan solusi terkait permasalahan utama. Berikut adalah uraian dari setiap elemen dalam diagram:

1. Masalah Utama: Ini adalah inti permasalahan yang menjadi dasar penelitian, yaitu bagaimana mendesain dan mengimplementasikan kipas yang optimal untuk mengatasi temuan tertentu, seperti adanya hama atau kendala lain.

2. Hasil Temuan Hama: Data dan informasi tentang keberadaan atau jenis hama yang ditemukan menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi langkah selanjutnya dalam desain dan implementasi.
3. Kecepatan Aliran Udara: Kecepatan aliran udara yang dihasilkan oleh kipas dianalisis untuk memastikan bahwa sirkulasi udara dapat mendukung pengurangan atau pencegahan masalah hama.
4. Desain Pemasangan Kipas: Aspek desain pemasangan kipas mencakup posisi, arah, dan teknis pemasangan agar sesuai dengan kebutuhan lingkungan yang teridentifikasi.
5. Faktor Lingkungan Eksternal: Semua faktor eksternal seperti suhu, kelembapan, dan kondisi lingkungan lainnya dianalisis karena dapat memengaruhi efektivitas aliran udara dan desain kipas.
6. Implementasi: Berdasarkan analisis faktor lingkungan dan desain, kipas kemudian diimplementasikan di lokasi yang sesuai untuk menguji efektivitasnya dalam mengatasi masalah utama.
7. Desain Optimal Kipas: Setelah implementasi, desain kipas yang optimal dirumuskan berdasarkan evaluasi hasil yang telah dicapai, untuk memastikan keberlanjutan dan efektivitas solusi.

3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Tahapan Penelitian

Berikut adalah penjelasan rinci dari setiap tahapan penelitian yang terdapat pada Gambar 3.2:

1. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, dilakukan analisis awal untuk mengidentifikasi masalah utama yang dihadapi. Penelitian berfokus pada keberadaan hama yang mengganggu dan perlu dikendalikan. Proses identifikasi mencakup penentuan penyebab utama permasalahan serta faktor-faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan keberadaan hama.

2. Studi Literatur

Mengumpulkan informasi dari berbagai sumber literatur, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, dan penelitian terdahulu. Studi literatur ini bertujuan untuk memahami konteks masalah secara lebih mendalam, mengidentifikasi solusi yang sudah ada, serta menemukan celah penelitian yang dapat diisi melalui studi ini.

3. Pengamatan Lapangan

Penelitian langsung dilakukan di lokasi yang relevan untuk mengamati kondisi nyata. Pada tahap ini, dicatat berbagai faktor yang memengaruhi keberadaan hama, seperti kebersihan lingkungan, sumber makanan, serta kondisi pintu atau area yang menjadi fokus penelitian.

4. Pengumpulan Data: Jumlah Hama

Data mengenai jumlah hama dikumpulkan melalui pengamatan lapangan. Data ini akan menjadi dasar untuk analisis dalam tahap berikutnya. Pengumpulan data dilakukan secara sistematis untuk memastikan hasilnya akurat dan dapat diandalkan.

5. Pengolahan Data: Pembuatan dan Implementasi Konsep

Setelah data terkumpul, dilakukan pengolahan untuk menghasilkan konsep solusi. Misalnya, desain dan pemasangan kipas dirancang sebagai alat pengendalian keberadaan hama. Solusi ini kemudian diuji dengan mengimplementasikannya secara langsung di lokasi penelitian.

6. Analisis Perbandingan Sebelum dan Sesudah Penggunaan Kipas

Pada tahap ini, data dibandingkan untuk mengevaluasi perubahan kondisi sebelum dan sesudah implementasi konsep. Analisis dilakukan untuk mengukur efektivitas solusi, misalnya seberapa besar kipas mampu mengurangi jumlah hama yang masuk.

7. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisis, ditarik simpulan mengenai keberhasilan solusi yang dirancang. Penelitian juga memberikan saran untuk penerapan konsep di masa mendatang atau untuk pengembangan lebih lanjut pada penelitian yang serupa.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Observasi Langsung

- a. Melakukan pengamatan secara langsung di area produksi untuk mencatat jumlah temuan hama yang ada, terutama di sekitar pintu-pintu yang menjadi fokus penelitian. Aktivitas ini bertujuan untuk memahami seberapa besar tingkat gangguan yang ditimbulkan oleh keberadaan hama terhadap area produksi.
- b. Mendokumentasikan berbagai kondisi lingkungan eksternal, seperti arah angin yang dominan di lokasi tersebut dan tingkat debu yang mungkin memengaruhi performa aliran udara dari kipas. Dokumentasi ini penting untuk mengetahui faktor-faktor eksternal yang turut memengaruhi efektivitas pengendalian hama.

2. Eksperimen

- a. Untuk mendapatkan data yang lebih teknis, Mengukur kecepatan aliran udara yang dihasilkan oleh kipas menggunakan alat anemometer. Pengukuran ini dilakukan pada berbagai titik di sepanjang pintu untuk memastikan aliran udara terdistribusi secara merata.
- b. Pengujian beberapa konfigurasi pemasangan kipas, seperti kipas yang dipasang sejajar pada ketinggian tertentu. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan konfigurasi terbaik yang mampu menciptakan penghalang udara yang efektif guna mencegah masuknya serangga.

3. Studi Literatur

- a. Melakukan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan, khususnya yang membahas efektivitas aliran udara dari kipas dalam mengendalikan masuknya serangga melalui pintu-pintu dengan ketinggian tidak standar. Kajian ini membantu memberikan landasan teoretis yang kuat untuk mendukung solusi yang dirancang.
- b. Selain itu, literatur juga digunakan untuk mengumpulkan data referensi terkait parameter aliran udara optimal, seperti kecepatan dan tekanan udara yang dibutuhkan untuk menciptakan penghalang udara yang efisien.

4. Pengumpulan Data Sekunder

Menghimpun dokumen teknis, seperti manual pemasangan kipas dari produsen, untuk memastikan bahwa desain dan implementasi kipas sesuai dengan standar teknis yang telah ditetapkan. Data ini digunakan untuk mengevaluasi apakah kipas yang digunakan memiliki spesifikasi yang memadai untuk memenuhi kebutuhan penelitian. Dengan memanfaatkan data sekunder ini, penelitian dapat menyesuaikan desain kipas sesuai dengan kondisi aktual di lapangan.