

STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) APPROACH OF INCENSE STICK AT XYZ COMPANY

ANALISIS PENGENDALIAN MUTU PRODUK DUPA CEMPAKA DENGAN PENDEKATAN STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DI PERUSAHAAN XYZ

Kadek Bagus Putra Jaya, Dewa Ayu Anom Yuarini*, Luh Putu Wrasati

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Indonesia

Diterima 8 Agustus 2025 / Disetujui 26 September 2025

ABSTRACT

This study aims to identify the factors contributing to product defects in the incense stick production process and to formulate improvement recommendations to effectively reduce the defect rate at XYZ Company. The method used in this research is Statistical Process Control (SPC), a quality control approach that monitors, manages, analyzes, and improves process performance using statistical methods. The data analyzed in this study consist of defective product quantities from the production of Dupa Cempaka during March 2025. The analysis utilizes control charts, histograms, Pareto diagrams, p-charts, flowcharts, and cause-and-effect diagrams. The results indicate three main categories of product defects: breakage, peeling, and mold. Based on the Pareto diagram, the most dominant defects are peeling (56.68%) and breakage (41.12%). The p-chart analysis shows that the production process is not yet statistically stable. Furthermore, the cause-and-effect diagram identifies several key causes of defects, including dirty storage rooms, high temperature and humidity, unpredictable weather conditions, inappropriate tools, inconsistent and contaminated materials, frequent tossing of incense sticks, as well as employee discomfort and fatigue. Based on these findings, recommended improvements include controlling room temperature and humidity, using closed containers, developing standardized drying SOPs, implementing work rotation, increasing rest periods to reduce fatigue, and enhancing raw material selection and sorting before production.

Keywords : *Statistical process control, quality control, incense sticks*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini dilakukan agar dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kecacatan produk dalam proses produksi dupa serta merumuskan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi tingkat kecacatan produk di Perusahaan XYZ secara efektif. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Statistical Process Control (SPC), yang merupakan metode pengendalian kualitas yang mampu memonitor, mengelola, menganalisis dan memperbaiki kinerja proses menggunakan metode statistik. Data yang digunakan adalah data jumlah hasil produk cacat pada produksi dupa cempaka periode Maret 2025. Analisis data menggunakan peta kendali, histogram, diagram pareto, peta kendali p (*p-chart*), diagram alir serta diagram sebab akibat. Hasil penelitian menunjukkan tiga kategori utama cacat produk, yaitu patah, terkelupas, dan berjamur. Berdasarkan diagram pareto, jenis cacat yang paling dominan adalah cacat terkelupas (56,68%) dan patah (41,12%). Analisis p-chart mengindikasikan bahwa proses produksi belum sepenuhnya berada dalam kondisi yang stabil secara statistik. Sementara itu, diagram sebab-akibat mengidentifikasi beberapa faktor penyebab utama kecacatan, antara lain ruangan

* Korespodensi Penulis :

Email : anomyuarini@unud.ac.id

penyimpanan kotor, tingginya suhu dan kelembaban, kondisi cuaca yang tidak menentu, ketidaksesuaian alat, material dengan kualitas yang tidak seragam dan juga terkontaminasi, sering melempar dupa, serta ketidaknyamanan dan kelelahan karyawan. Berdasarkan temuan ini, disarankan perbaikan melalui pengendalian suhu dan kelembaban ruangan, penggunaan wadah tertutup, penyusunan SOP pengeringan yang lebih terstandarisasi, rotasi kerja, penambahan jam istirahat untuk mengurangi kelelahan, serta peningkatan seleksi dan penyortiran bahan baku sebelum proses produksi.

Kata kunci : Statistical process control, pengendalian kualitas, dupa

PENDAHULUAN

Perusahaan manufaktur berperan penting dalam menyediakan produk berkualitas guna memenuhi ekspektasi konsumen (Heizer and Render, 2017). Konsumen modern menuntut kualitas yang konsisten dan andal, sehingga perusahaan harus terus meningkatkan kualitas produk demi mempertahankan daya saing (Hammas, 2021). Pengendalian kualitas menjadi kunci dalam menjamin produk sesuai standar, sebab meski proses produksi berjalan baik, kesalahan tetap dapat terjadi yang mengakibatkan cacat pada produk (Rifaldi et al., 2024).

Perusahaan XYZ merupakan salah satu produsen dupa di Bali dengan kapasitas produksi hingga 9 ton per bulan. Dalam proses produksinya, perusahaan menggunakan bahan utama berupa stik dupa, serbuk kayu jati, perekat organik, kalsium karbonat, pewarna sintesis, metanol, dan parfum yang diolah melalui tahapan pencampuran, pencetakan, pengeringan, hingga pengemasan. Dupa Cempaka, sebagai jenis dengan volume produksi tertinggi yaitu 1,6 ton per bulan dan mencatatkan tingkat kecacatan terbesar, yaitu 2,56% (Manajer produksi, komunikasi pribadi, 16 Desember 2024). Tingkat cacat ini relatif tinggi jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu pada industri manufaktur lain, misalnya PT Difa Kreasi dengan persentase cacat karton siku hanya 1,77% (Ningrum, 2019). Jenis cacat yang umum ditemukan mencakup dupa patah, terkelupas, dan berjamur. Kondisi ini berpotensi menimbulkan pemborosan bahan baku dan peningkatan biaya produksi (Harahap and Chairunisah, 2024). Permasalahan ini dapat diatasi dengan pendekatan pengendalian kualitas yang sistematis diperlukan guna menjaga mutu dan efisiensi proses produksi (Siregar, 2019).

Berbagai metode pengendalian kualitas yang banyak diterapkan di industri antara lain *Six Sigma*, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), dan *Statistical Process Control* (SPC). *Six Sigma* merupakan pendekatan berbasis data yang berfokus pada pengurangan variasi proses serta telah terbukti efektif dalam meningkatkan performa operasional (Antony et al., 2019). Namun, penerapan *Six Sigma* membutuhkan sumber daya yang cukup besar, baik dalam bentuk pelatihan maupun biaya implementasi. FMEA digunakan untuk mengidentifikasi potensi kegagalan beserta dampaknya terhadap proses produksi, tetapi metode ini kerap dinilai subjektif karena sangat bergantung pada persepsi dan pengalaman tim penilai (Sharma et al., 2020). Sementara itu, SPC menawarkan pendekatan yang lebih sederhana dengan memantau proses secara real-time melalui peta kendali, sehingga mampu membedakan variasi yang timbul akibat faktor acak dan faktor khusus (Utami, 2024).

Pada penelitian ini digunakan metode *Statistical Process Control* (SPC). Metode ini dipilih karena efektivitasnya dalam mengidentifikasi variasi proses yang menyebabkan cacat (Heizer and Render, 2017). Melalui penerapan peta kendali, SPC memungkinkan produsen mendeteksi masalah sejak dini sehingga tindakan korektif dapat segera dilakukan sebelum produk cacat mencapai konsumen (Pradana et al., 2021). Sejumlah penelitian juga membuktikan efektivitas SPC, misalnya pada industri stik dupa dengan cacat dominan berupa stik bengkok sebesar 58,19% yang direkomendasikan perbaikan melalui SOP pengecekan bahan baku dan peningkatan keterampilan karyawan (Kusuma et al., 2023), pada produk karton siku dengan cacat dominan berupa kesalahan ukuran sebesar 46,1%

yang dapat diminimalkan melalui pelatihan operator dan pemeliharaan mesin preventif (Ningrum, 2019), serta pada serbuk SiC dengan cacat bentuk mencapai 64,8% yang disarankan perbaikan melalui peningkatan kompetensi operator dan pengaturan ulang parameter produksi (Pradana et al., 2021). Temuan tersebut menegaskan bahwa penerapan SPC tidak hanya membantu mengidentifikasi penyebab cacat, tetapi juga mendukung perbaikan berkelanjutan untuk menjamin mutu konsisten, menekan biaya produksi, dan meningkatkan efisiensi.

Berdasarkan permasalahan cacat produksi yang dihadapi oleh Perusahaan XYZ, diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi penyebab utama cacat produksi tersebut, sehingga dapat diminimalkan dan mendorong perbaikan kualitas secara berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi faktor-faktor penyebab terjadinya cacat produk serta mengklasifikasikan jenis-jenis cacat yang terjadi dalam proses produksi dupa di Perusahaan XYZ dan merumuskan rekomendasi perbaikan untuk mengurangi tingkat kecacatan produk di Perusahaan XYZ secara efektif.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perusahaan XYZ di Kabupaten Gianyar, Bali. Pengolahan data dilakukan di Laboratorium Teknik dan Manajemen Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Penelitian ini berlangsung selama bulan Maret 2025.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu perangkat komputer dengan software Microsoft Excel versi tahun 2021. Alat tulis untuk mencatat data yang diperoleh di lapangan. Handphone yang digunakan untuk dokumentasi. Termometer dan Hygrometer yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban relatif. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kuesioner, dan sampel dupa.

Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah jumlah produksi Dupa Cempaka yang dihasilkan dalam satu bulan oleh Perusahaan XYZ, yang rata-rata mencapai 1,6 ton per bulan. Sampel dalam penelitian ini ditentukan sebesar 30% dari total produksi harian. Dalam satu hari, rata-rata produksi Dupa Cempaka berkisar antara 70 hingga 100 kg. Dengan demikian, sampel yang diambil dalam penelitian ini berkisar antara 21 hingga 30 kg per hari, tergantung pada jumlah produksi harian yang terjadi.

Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan data kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif diperoleh melalui pencatatan kapasitas produksi harian, jumlah sampel, jumlah produk cacat dari sampel, serta persentase rata-rata kecacatan produk, yang selanjutnya dianalisis menggunakan metode SPC. Sementara itu, data kualitatif dikumpulkan melalui wawancara terstruktur dan studi lapangan dengan ikut serta dalam proses produksi, data yang diperoleh mencakup informasi tentang alur dan tahapan proses produksi, penerapan SOP, jenis-jenis cacat yang sering terjadi, penggunaan mesin dan perawatannya, pengendalian kualitas bahan baku, serta prosedur penanganan produk cacat. Seluruh data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer yang diperoleh langsung dari manajer produksi, manajer gudang, staf produksi, serta hasil pengamatan di lokasi produksi.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi pendahuluan berupa studi lapangan dan studi pustaka. Studi lapangan dilakukan melalui observasi langsung dan wawancara dengan manajer produksi untuk mengidentifikasi permasalahan cacat produk, sedangkan studi pustaka dilakukan guna memperkuat landasan teoritis. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan teknik wawancara dan studi lapangan. Wawancara pada pengumpulan data dilakukan dengan manajer produksi, manajer gudang, dan staff produksi. Data yang diperoleh meliputi informasi tentang alur dan tahapan proses produksi, penerapan SOP, jenis-jenis cacat yang sering terjadi, penggunaan mesin dan perawatannya, pengendalian kualitas bahan baku, prosedur penanganan produk cacat, serta karakteristik kecacatan berdasarkan tiga kategori utama: dupa patah, terkelupas, dan berjamur. Data yang telah dikumpulkan kemudian dianalisis menggunakan metode SPC untuk mengidentifikasi penyebab dan pola kecacatan yang terjadi. Kriteria cacat pada produk Dupa Cempaka dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria cacat pada produk Dupa Cempaka

No.	Jenis Cacat	Ciri-ciri	Batas Toleransi	Keterangan
1.	Dupa patah	Dupa mengalami patah pada batang, baik sebagian maupun seluruhnya, sehingga terpisah menjadi dua bagian.	Patah pada batang dupa masih dapat ditoleransi selama panjang patahan tidak melebihi 2 cm.	Dupa tetap dianggap layak pakai jika panjang patahan tidak melebihi batas toleransi.
2.	Dupa terkelupas	Lapisan dupa terkelupas sebagian	Tidak ada	Dupa dengan lapisan yang terkelupas dianggap cacat dan tidak layak jual.
3.	Dupa berjamur	Muncul bercak putih pada permukaan dupa	Tidak mempengaruhi estetika dan pembakaran	Jika jamur hanya sedikit dan tidak mengganggu fungsi dupa, masih dapat diterima.

Analisis Data

Tahap analisis data dilakukan dengan menggunakan 6 tools dalam *Statistical Process Control* (SPC), yaitu lembar periksa, histogram, diagram pareto, peta kendali p (*p-chart*), diagram alir, dan diagram sebab akibat.

1. Lembar periksa
Lembar periksa digunakan untuk mencatat jumlah produksi harian Dupa Cempaka, jenis cacat, dan jumlah cacat per jenis selama 20 hari pengamatan. Pencatatan dilakukan secara real-time selama proses produksi dengan pengambilan sampel 30%.
2. Histogram
Data dari lembar periksa diolah menjadi histogram untuk memvisualisasikan distribusi tiap jenis cacat pada Dupa Cempaka. Histogram digunakan untuk melihat variasi cacat dan mengidentifikasi jenis cacat yang paling sering terjadi.
3. Diagram pareto
Data jumlah cacat tiap jenis pada Dupa Cempaka diurutkan dari yang terbesar hingga terkecil, kemudian divisualisasikan dalam diagram Pareto untuk menentukan jenis cacat dominan yang menjadi prioritas perbaikan.
4. Peta kendali p (*p-chart*)
Peta kendali p digunakan untuk memantau proporsi produk cacat Dupa Cempaka selama 20 hari dan menentukan apakah upaya pengendalian kualitas produk Dupa Cempaka yang dilakukan oleh Perusahaan XYZ sudah terkendali atau belum.

5. Diagram alir

Diagram alir disusun untuk menggambarkan seluruh tahapan proses produksi Dupa Cempaka, mulai dari persiapan bahan baku hingga pengemasan, sehingga titik-titik potensi terjadinya cacat dapat diidentifikasi.

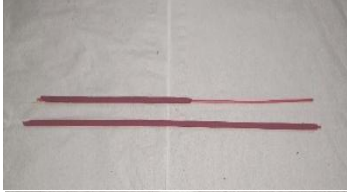
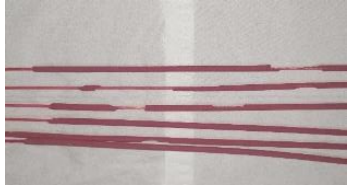

6. Diagram sebab akibat

Diagram sebab akibat digunakan untuk mengelompokkan faktor penyebab cacat Dupa Cempaka ke dalam kategori lingkungan, metode, manusia, material, dan mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk cacat (*defect*) merupakan produk jadi yang tidak memenuhi standar mutu yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Berdasarkan hasil observasi dan wawancara, ditemukan bahwa terdapat tiga jenis cacat yang paling sering terjadi pada produk Dupa Cempaka. Jenis-jenis cacat tersebut disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Jenis produk cacat pada produk Dupa Cempaka

No.	Jenis Cacat (<i>Types of defects</i>)	Gambar (<i>Figures</i>)	Keterangan (<i>Explanation</i>)
1.	Cacat Patah (<i>Broken Defect</i>)		Dupa terbagi menjadi dua (<i>The incense stick is split into two parts</i>)
2.	Cacat Terkelupas (<i>Chipped Defect</i>)		Lapisan dupa terkelupas sebagian (<i>The outer layer of the incense is partially peeled off</i>)
3.	Cacat Berjamur (<i>Moldy Defect</i>)		Muncul bercak putih pada permukaan dupa (<i>White spots appear on the surface of the incense</i>)

Hasil observasi menunjukkan tiga jenis cacat utama pada Dupa Cempaka, yaitu terkelupas, patah, dan berjamur. Cacat terkelupas disebabkan oleh pengeringan tidak optimal, patah akibat penanganan kasar dan bahan rapuh, sedangkan jamur muncul karena kelembapan tinggi dan penyimpanan yang kurang baik. Menurut penelitian Tarigan dan Luhur (2021), jenis cacat patah dan cacat terkelupas juga ditemukan pada dupa batang kecil. Cacat patah dan terkelupas menunjukkan kondisi batang dupa yang mengalami keretakan atau terputus, umumnya disebabkan oleh proses pengeringan yang tidak sempurna atau penanganan yang kurang hati-hati.

Lembar Periksa

Pembuatan tabel lembar periksa terdiri dari jumlah produksi, jumlah reject pada masing-masing kategori dan jumlah reject secara keseluruhan. Berikut merupakan data produksi dan cacat produk Dupa Cempaka dari bulan Maret 2025 yang disajikan pada Tabel 3.

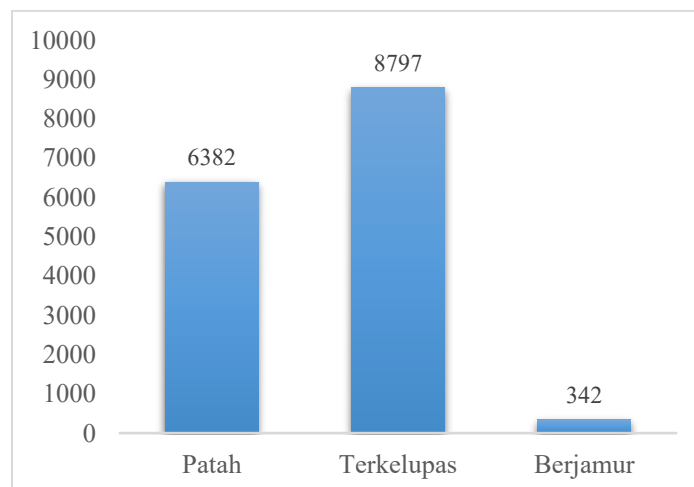
Tabel 3. Lembar periksa produk Dupa Cempaka bulan Maret 2025

Hari ke-	Total Produksi	Sampel	Jenis Cacat			Total Cacat
			Patah	Terkelupas	Berjamur	
1	95238	28571	437	239	21	697
2	76190	22857	224	716	2	942
3	76190	22857	112	597	9	718
4	95238	28571	305	358	40	703
5	76190	22857	403	224	0	627
6	80952	24286	269	425	24	718
7	95238	31500	432	327	0	759
8	95238	28571	521	833	11	1365
9	47619	14286	207	203	8	418
10	61905	18571	328	375	38	741
11	66667	20000	192	584	0	776
12	79048	23714	429	122	6	557
13	88571	26571	245	374	20	639
14	57143	17143	218	358	0	576
15	66667	20000	333	247	9	589
16	73333	22000	348	604	28	980
17	95238	28571	504	564	77	1145
18	95238	28571	246	491	12	749
19	95238	28571	352	827	26	1205
20	66667	20000	277	329	11	617
Total	1583810	478071	6382	8797	342	15521
Rata-Rata	79190	23904	319	440	17	776

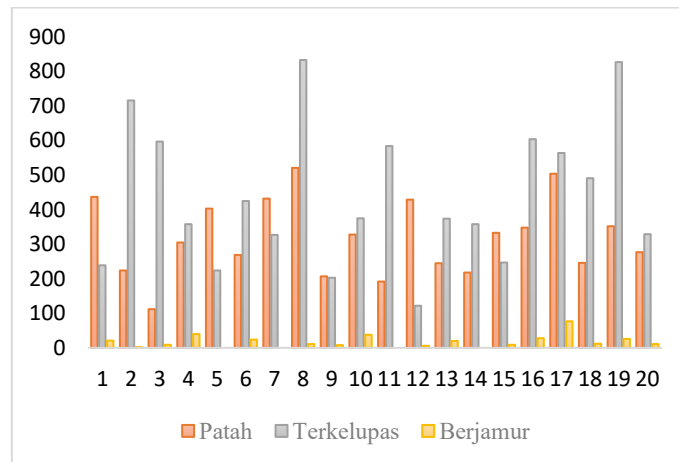
Selama 20 hari produksi Dupa Cempaka pada Maret 2025, total produksi mencapai 1,5 ton atau 1.583.810 batang. Hasil pemeriksaan ditemukan 15.521 batang dupa yang cacat, dengan jenis cacat terbanyak adalah dupa terkelupas dan paling sedikit adalah dupa berjamur.

Histogram

Histogram disusun untuk mengidentifikasi variasi jenis cacat pada produk Dupa Cempaka berdasarkan frekuensi kemunculan masing-masing cacat. Gambaran distribusi jenis cacat pada produk Dupa Cempaka ditampilkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Histogram produk cacat Dupa Cempaka



Gambar 2. Histogram cacat Dupa Cempaka per hari

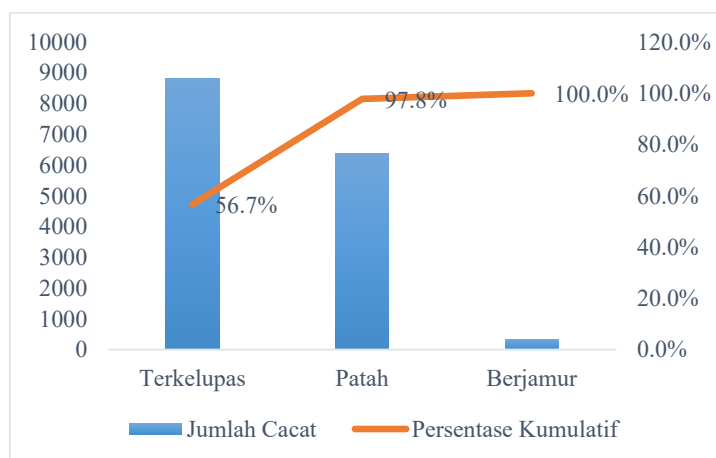
Berdasarkan histogram di atas, dapat diketahui bahwa jenis cacat yang paling sering terjadi adalah cacat terkelupas, dengan total kerusakan sebanyak 8.797 batang dupa diikuti oleh cacat patah yang memiliki total kerusakan sebesar 6.382 batang dupa. Selain itu, kerusakan tertinggi tercatat terjadi pada hari ke-2, ke-8, dan ke-19 dengan jumlah kerusakan melebihi 700 batang dupa per hari.

Diagram Pareto

Diagram Pareto digunakan untuk menunjukkan variasi jenis cacat yang terjadi, dengan pengurutan berdasarkan frekuensi tertinggi hingga terendah dari sisi kiri ke kanan. Pengurutan ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis cacat yang paling dominan, sehingga dapat ditentukan prioritas perbaikan yang perlu segera dilakukan (Krisnaningsih et al., 2021).

Tabel 4. Data diagram pareto jenis cacat produk Dupa Cempaka

Jenis Cacat	Jumlah Cacat	Persentase	Persentase Kumulatif
Terkelupas	8797	56,68%	56,7%
Patah	6382	41,12%	97,8%
Berjamur	342	2,20%	100,0%
Total	15521	100%	



Gambar 3. Diagram pareto produk cacat Dupa Cempaka

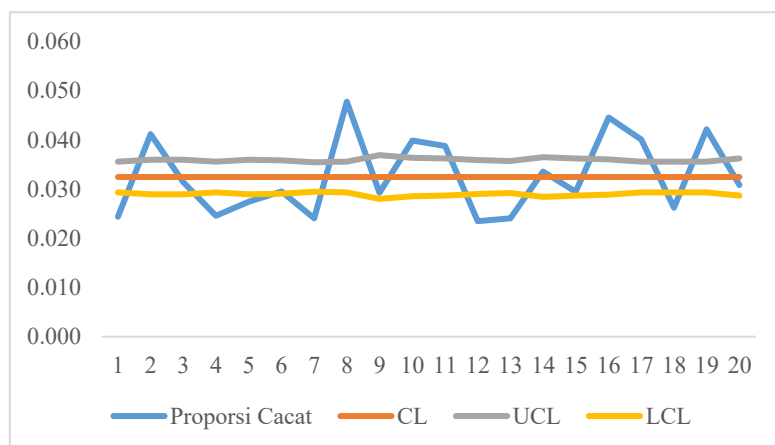
Bedasarkan nilai persentase kumulatif dari hasil diagram pareto, cacat terkelupas dan cacat patah

merupakan 2 jenis cacat yang memiliki total 97,8% dari seluruh total cacat. Nilai persentase kumulatif kedua jenis cacat ini artinya sudah melebihi setengah dari total jumlah cacat. Maka dari itu jenis cacat terkelupas dan patah menjadi fokus utama dalam upaya perbaikan kualitas produk di Perusahaan XYZ.

Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Pradana et al. (2021) mengenai kualitas serbuk SiC, yang mengidentifikasi cacat paling sering terjadi melalui pembuatan diagram Pareto. Berdasarkan diagram tersebut, ditemukan dua jenis cacat utama, yaitu cacat bentuk sebanyak 79 atau sebesar 64,8%, serta cacat aglomerasi sebanyak 32 atau sebesar 26,2% (Pradana et al., 2021). Kedua jenis cacat ini kemudian menjadi fokus utama dalam upaya perbaikan kualitas produk.

Peta Kendali P (*P-Chart*)

Analisis peta kendali p digunakan untuk menilai kestabilan proses produksi (Kusuma et al., 2023). Hasil analisis peta kendali p menunjukkan terdapat 7 titik di luar batas kendali atas (UCL), yaitu pada hari ke-2, 8, 10, 11, 16, 17, dan 19, serta 7 titik yang berada di luar batas kendali bawah (LCL), yaitu pada hari ke-1, 4, 5, 7, 12, 13, dan 18. Hanya 6 titik kegiatan produksi yang berada di dalam batas kendali, yaitu pada hari ke-3, 6, 9, 14, 15, dan 20. Dominasi titik di luar batas kendali menandakan proses produksi Dupa Cempaka pada Maret 2025 belum stabil.



Gambar 4. Peta kendali p Dupa Cempaka

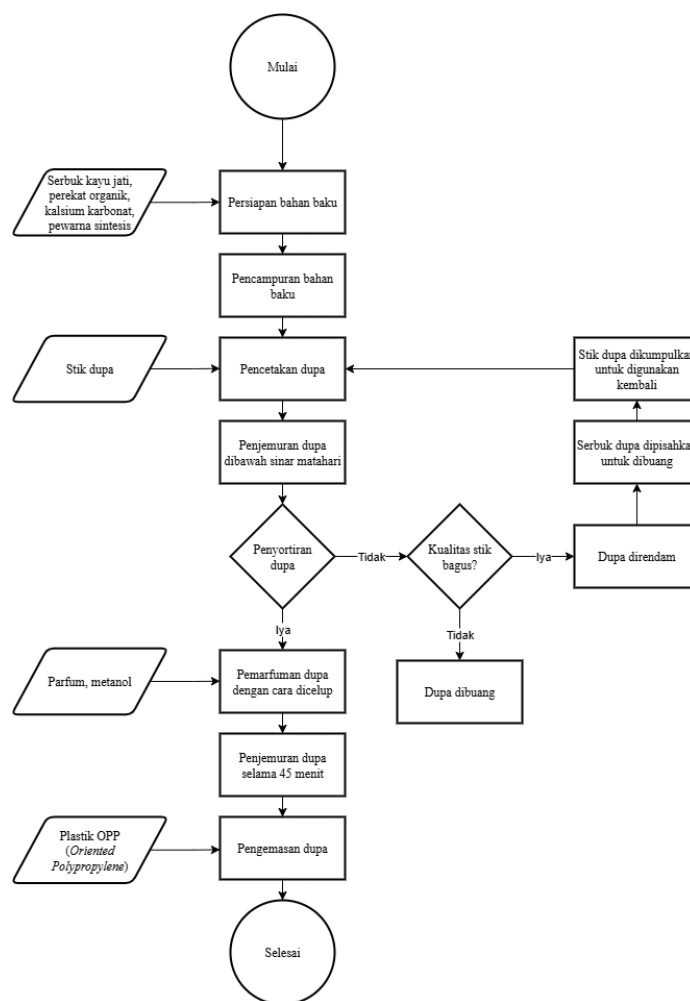
Berdasarkan hasil pengamatan langsung dan wawancara, tingginya proporsi produk cacat Dupa Cempaka, khususnya pada hari ke-2, 8, 10, 16, 17, dan 19, diduga kuat dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Pada hari-hari tersebut, sering terjadi hujan yang mengganggu proses pengeringan dupa. Kondisi normal ruang produksi menunjukkan suhu sekitar 33,1°C dengan kelembaban 70%, namun ketika hujan suhu turun menjadi 28,5°C dan kelembaban meningkat hingga 82%. Perubahan kondisi ini menyebabkan dupa sulit mengering sempurna, terutama pada lapisan permukaan, sehingga batang menjadi lunak dan mudah terkelupas ketika dipindahkan. Studi oleh Li dan Ma (2024) menunjukkan bahwa kelembaban tinggi memperlambat laju pengeringan kayu dan meningkatkan kadar air keseimbangan (*equilibrium moisture content*), sehingga material tampak kering di luar tetapi masih menyimpan kelembaban internal. Fenomena ini persis seperti yang terjadi di Perusahaan XYZ, di mana dupa yang dijemur tampak kering namun saat dipindahkan mudah mengelupas. Dengan demikian, kondisi lingkungan produksi yang tidak stabil menjadi salah satu faktor utama tingginya cacat pada periode tersebut.

Selain faktor lingkungan produksi, kondisi lingkungan kerja juga turut berkontribusi terhadap kualitas hasil produksi. Pekerja dilaporkan mengalami penurunan konsentrasi, kelelahan, dan gejala

dehidrasi ringan terutama pada siang hari akibat suhu tinggi di area kerja. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 70 Tahun 2016, suhu maksimum yang diizinkan adalah 28°C hingga 31°C (Permenkes, 2016). Suhu ruang produksi yang melebihi nilai ambang batas tersebut berpotensi menurunkan kinerja tenaga kerja dan memengaruhi mutu akhir produk (Rezalti and Susetyo, 2020).

Dengan demikian, diperlukan pengendalian yang lebih konsisten terhadap suhu dan kelembaban ruang produksi, serta peningkatan sistem inspeksi dan pengawasan mutu secara menyeluruh agar proses produksi Dupa Cempaka dapat berjalan secara stabil, menghasilkan produk dengan kualitas yang baik, dan sekaligus menjaga kesehatan para pekerja.

Diagram Alir



Gambar 5. Diagram alir pembuatan dupa cempaka

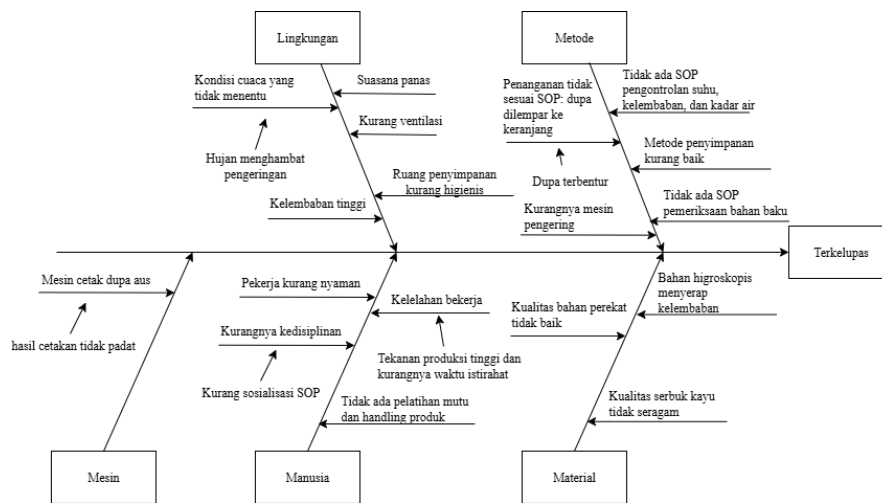
Penggunaan diagram alir dalam analisis kualitas produksi terbukti membantu mengidentifikasi titik kritis dan potensi inefisiensi. Nadiyah and Dewi (2022) memetakan proses produksi wajan (Super Wok No. 12) melalui diagram alir yang menunjukkan adanya tiga titik inspeksi, dengan pemeriksaan pertama setelah pencetakan sebagai tahap paling krusial. Apabila cacat tidak terdeteksi pada tahap ini, maka akan timbul kerugian signifikan berupa pemborosan proses dan biaya

penyimpanan produk. Sejalan dengan temuan tersebut, pada penelitian ini disajikan diagram alir produksi Dupa Cempaka pada Gambar 5 sebagai pemetaan proses untuk mengidentifikasi tahapan yang berpotensi menimbulkan cacat produk.

Proses produksi Dupa Cempaka diawali dengan persiapan bahan baku (serbuk kayu jati, perekat organik, kalsium karbonat, dan pewarna sintesis) yang ditakar sesuai komposisi dan dicampur hingga homogen. Adonan dicetak menggunakan mesin cetak, kemudian stik dupa dijemur di bawah sinar matahari hingga kering untuk disortir. Dupa yang mengalami cacat fisik seperti patah, terkelupas, dan berjamur dipisahkan, sedangkan dupa yang lolos sortir dilakukan proses pemeriksaan kualitas, dimana jika tidak memenuhi standar kualitas, dupa akan dibuang. Stik dupa yang masih dapat digunakan direndam kembali untuk digunakan kembali stiknya. Dupa Cempaka yang memenuhi standar masuk ke tahap pemarkisan menggunakan larutan parfum dan metanol untuk memberikan aroma cempaka. Setelah pemarkisan, dupa dijemur kembali selama 45 menit hingga kering. Tahap akhir adalah pengemasan dupa ke dalam kemasan menggunakan plastik OPP (*Oriented Polypropylene*) dan siap dipasarkan (Manajer produksi, komunikasi pribadi, 03 Maret 2025).

Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab-akibat digunakan dalam penelitian ini untuk mengidentifikasi berbagai faktor penyebab kerusakan produk Dupa Cempaka di Perusahaan XYZ. Penyusunan diagram dalam penelitian ini dilakukan berdasarkan hasil *brainstorming* bersama manajer produksi, manajer gudang, dan staff produksi di Perusahaan XYZ. Hasil identifikasi penyebab kerusakan produk Dupa Cempaka disajikan pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.



Gambar 6. Diagram sebab akibat cacat terkelupas

Berdasarkan analisis diatas, dapat dilihat bahwa faktor penyebab terjadinya produk terkelupas pada produksi Dupa Cempaka di Perusahaan XYZ disebabkan oleh:

1. Lingkungan

Faktor lingkungan berperan besar dalam mutu produk, terutama pada tahap pengeringan. Suhu ruang produksi yang tinggi (33,1 °C) menurunkan konsentrasi dan meningkatkan kelelahan pekerja (Rezalti dan Susetyo, 2020). Selain itu, kelembaban ruang penyimpanan mencapai 70% bahkan 82% saat musim hujan, sehingga bahan baku mudah menyerap uap air (Wang et al., 2021). Kondisi tanpa ventilasi dan kurang higienis memperbesar risiko kontaminasi. Penelitian Li et al. (2017) menunjukkan laju pengeringan kayu menurun pada RH tinggi (83,2%–96,4%),

dengan EMC meningkat hingga 14,1% pada RH 71%. Hal ini relevan pada pengeringan dupa, karena serbuk kayu yang higroskopis dapat tampak kering namun masih menyimpan kelembaban internal, sehingga produk lebih rapuh. RH tinggi juga menurunkan kekuatan, kekakuan, dan stabilitas dimensi bahan higroskopis seperti serbuk kayu jati dan tepung lengket (Wang et al., 2021).

2. Metode

Faktor metode memiliki peran penting dalam munculnya cacat produk pada proses produksi dupa. Penanganan produk yang tidak sesuai SOP, seperti melempar stik dupa ke dalam keranjang, menyebabkan produk terbentur dan berisiko patah atau retak. Selain itu, ketiadaan SOP pengendalian suhu, kelembaban, dan kadar air pada proses produksi memperbesar potensi deformasi, termasuk bengkok dan retak. Kusuma et al. (2023) menunjukkan bahwa kadar air bahan baku yang tinggi, dengan rata-rata awal mencapai 37–40%, tanpa pengendalian yang memadai dapat menimbulkan penyusutan tidak merata yang berujung pada cacat bengkok hingga patah. Metode penyimpanan yang kurang baik, seperti menempatkan bahan baku pada tempat terbuka, juga meningkatkan kerentanan terhadap serangan organisme perusak kayu yang mengakibatkan cacat berupa lubang maupun kelemahan struktural. Di samping itu, ketiadaan SOP pemeriksaan bahan baku membuat kayu dengan kadar air tinggi tetap diproses, sehingga memperbesar risiko kerusakan produk. Menurut Tarigan dan Luhur (2021), metode kerja yang tidak sesuai prosedur merupakan salah satu penyebab utama terjadinya cacat produk dupa. Keterbatasan mesin pengering mengakibatkan kadar air tidak berkurang secara optimal, membuat permukaan dupa tidak stabil dan rentan mengalami cacat terkelupas. Kondisi ini didukung oleh Huang et al. (2020) yang menekankan pentingnya sistem pengeringan dalam menjaga kualitas permukaan serta mencegah degradasi pada material berbasis kayu.

3. Mesin

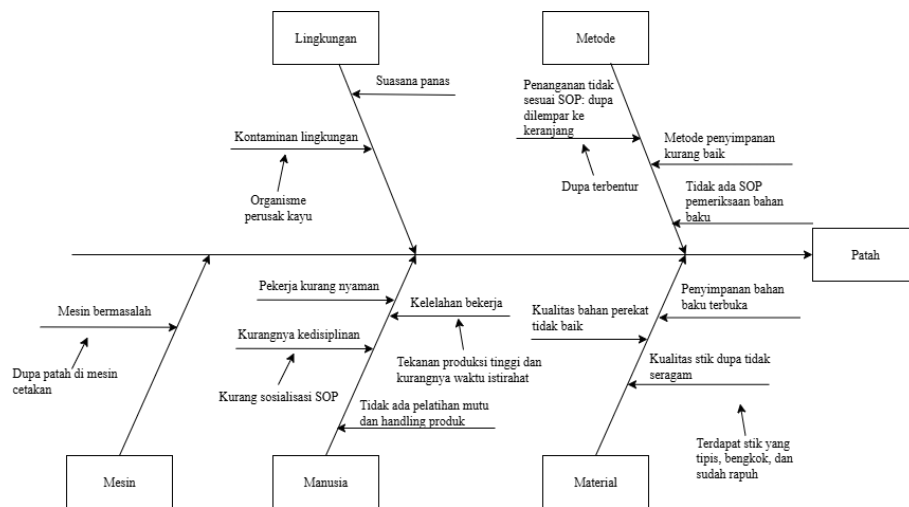
Dari segi mesin, keausan pada mesin cetak menyebabkan hasil cetakan tidak padat dan permukaan batang dupa kurang rapat, sehingga mudah terkelupas. Hal ini sejalan dengan temuan Kusuma et al. (2023) yang menunjukkan bahwa faktor mesin menjadi salah satu penyebab dominan kecacatan produk stik dupa, sehingga pemeliharaan dan penggantian komponen aus perlu dilakukan secara rutin.

4. Manusia

Faktor manusia turut berkontribusi signifikan terhadap cacat produk. Suhu ruang produksi yang tinggi memicu ketidaknyamanan dan kelelahan pekerja, ditambah target produksi 70–100 kg per hari yang dikerjakan satu orang dalam sistem kerja 8 jam dengan waktu istirahat terbatas. Kondisi ini menimbulkan stres, sehingga sebagian pekerja memperpanjang waktu istirahat secara tidak resmi. Kurangnya disiplin, minimnya sosialisasi SOP, serta ketiadaan pelatihan mutu juga menurunkan kinerja. Kusuma et al. (2023) menegaskan faktor manusia sebagai penyebab utama cacat dupa akibat ketidaktelitian dan inkonsistensi prosedur, sejalan dengan Destriana and Dewi (2021) yang menemukan tekanan kerja memicu stres dan perilaku menyimpang di tempat kerja.

5. Material

Dari segi material, cacat produk terutama dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan bahan baku. Kelembaban relatif yang tinggi (70–82%) membuat serbuk kayu jati dan tepung lengket yang higroskopis mudah menyerap uap air, sehingga memicu pertumbuhan jamur dan penurunan mutu (Wang et al., 2021). Penyimpanan terbuka juga meningkatkan risiko kontaminasi partikel asing yang mengganggu daya rekat serta keawetan produk. Selain itu, kualitas serbuk kayu yang tidak seragam menyebabkan adonan tidak homogen, sedangkan perekat bermutu rendah menurunkan kekuatan ikatan antarpartikel.



Gambar 7. Diagram sebab akibat cacat patah

Berdasarkan analisis diatas, dapat dilihat bahwa faktor penyebab terjadinya produk patah pada produksi Dupa Cempaka di Perusahaan XYZ disebabkan oleh:

1. Lingkungan

Suhu ruang produksi rata-rata 33 °C menurunkan fokus dan ketahanan operator, sehingga meningkatkan kesalahan dalam penanganan stik dupa yang sensitif dan memperbesar risiko patah (Rastegar et al., 2021). Selain itu, penyimpanan bahan baku yang kurang higienis memicu serangan organisme perusak kayu, membuat kayu rapuh dan berlubang. Hal ini sejalan dengan Kusuma et al. (2023) yang menegaskan faktor lingkungan berperan penting terhadap cacat patah karena kayu yang terserang organisme perusak kehilangan kekuatan struktural.

2. Metode

Metode kerja yang tidak tepat meningkatkan potensi kerusakan stik dupa. Ketiadaan SOP pemeriksaan bahan baku menyebabkan kayu yang bengkok, tipis, atau rapuh tetap diproses, sehingga berisiko patah saat pencetakan maupun penanganan. Penanganan produk yang tidak sesuai SOP, seperti melempar dupa ke dalam keranjang, mempercepat terjadinya retak dan patah. Selain itu, metode penyimpanan yang kurang baik, misalnya menempatkan bahan baku pada ruang terbuka tanpa perlindungan, membuat kayu lebih rentan terserang organisme perusak dan menjadi rapuh. Tarigan dan Luhur (2021) mencatat bahwa ketidakteraturan metode kerja dan ketiadaan prosedur baku (SOP) penanganan bahan merupakan penyebab dominan timbulnya cacat. Hal ini diperkuat oleh temuan Kusuma et al. (2023) yang menunjukkan bahwa penyimpanan di ruang terbuka berkontribusi langsung terhadap munculnya cacat patah pada stik dupa.

3. Mesin

Faktor mesin juga berperan dalam cacat patah. Mesin cetak yang aus atau tidak terkalibrasi menghasilkan tekanan tidak merata sehingga batang dupa rapuh dan mudah patah, bahkan dapat patah di dalam mesin. Karena itu, perawatan rutin dan pemeriksaan teknis sangat penting untuk menjaga kualitas cetakan (Kusuma et al., 2023).

4. Manusia

Faktor manusia berperan besar dalam timbulnya cacat patah. Suhu produksi yang tinggi membuat pekerja cepat lelah, sementara target 70–100 kg per hari per orang dalam sistem 8 jam menurunkan fokus dan ketelitian, sehingga penanganan stik dupa yang rapuh sering salah

produksi dan metode penyimpanan merupakan salah satu penyebab utama munculnya cacat berjamur pada dupa.

3. Lingkungan

Faktor lingkungan berperan besar dalam timbulnya cacat berjamur pada dupa. Ruang penyimpanan tanpa ventilasi dengan kelembaban relatif (RH) tinggi 70–82% menciptakan kondisi ideal bagi pertumbuhan jamur; pada RH >80% pertumbuhan semakin cepat, bahkan jamur terlihat secara visual pada RH >85% (Kuka et al., 2022). Wu and Wong (2022) menegaskan bahwa RH merupakan faktor paling kritis dibanding suhu dalam mencegah germinasi spora pada kayu. Selain itu, penyimpanan terbuka atau gudang tidak higienis membuat dupa lebih mudah menyerap kelembaban dari lingkungan, sehingga memicu pertumbuhan jamur (Wang et al., 2021)

4. Manusia

Faktor manusia juga memengaruhi timbulnya cacat berjamur. Kurangnya disiplin, seperti tidak menjemur ulang dupa saat cuaca mendung/hujan atau tidak memisahkan produk lembap, dapat menyebabkan kontaminasi antar batch. Penanganan tanpa memperhatikan kelembaban produk turut memperbesar risiko, sebab kondisi lembap meski singkat sudah cukup memicu pertumbuhan jamur dalam beberapa hari (Kuka et al., 2022).

5. Material

Bahan baku yang disimpan terbuka mudah menyerap kelembaban, terutama saat RH tinggi atau musim hujan, sehingga memicu pertumbuhan jamur sejak sebelum diolah. Wu and Wong (2022) menegaskan bahwa jamur tetap aktif pada RH tinggi meski setelah pengeringan ringan, sehingga bahan yang tampak kering di permukaan tetap rentan bila lingkungan penyimpanan tidak terkontrol.

Rekomendasi Perbaikan

Setelah diidentifikasi berbagai faktor penyebab kerusakan produk Dupa Cempaka, berikut adalah lima usulan perbaikan yang dapat diterapkan untuk mengurangi jumlah produk cacat:

1. Mesin

Melakukan *maintenance* rutin pada mesin pencetak dupa agar dupa padat, serta kalibrasi mesin pengering untuk memastikan suhu sesuai standar (Kusuma et al., 2023). Menambahkan mesin pengering agar produksi tidak tertunda, terutama saat musim hujan (Kuka et al., 2022).

2. Metode

Penanganan dupa perlu mengikuti SOP, termasuk larangan melempar produk (Setiawati et al., 2020). Dupa lembap harus segera dikeringkan ulang pada suhu 30–33 °C dengan RH <70% untuk menjaga kestabilan kadar air dan mencegah jamur (Kuka et al., 2022; Wu and Wong, 2022). Sortir bahan baku memastikan stik sesuai standar mutu (Pitoy et al., 2020), sedangkan penyimpanan terstandar dengan rak berjarak dari lantai/dinding (Wang et al., 2021), pemeriksaan berkala (Tarigan and Luhur, 2021), serta penerapan FIFO membantu menjaga kualitas produk.

3. Manusia

Untuk mengurangi kelelahan dan meningkatkan kehati-hatian, perlu penambahan waktu istirahat, rotasi pekerjaan, dan pelatihan. Luger et al. (2019) merekomendasikan jeda singkat (*microbreak*) 20 detik–2 menit setiap 20–40 menit kerja, selain istirahat panjang, guna mengurangi kelelahan dan gejala muskuloskeletal tanpa menurunkan produktivitas. Pelatihan pencetakan membantu menghindari penumpukan beban kerja dan stres (Destriana and Dewi, 2021), sementara pengawasan diperlukan karena kurangnya ketelitian pekerja dapat menyebabkan cacat produk (Kusuma et al., 2023).

4. Material

Bahan baku sebaiknya disimpan dalam wadah tertutup untuk mencegah paparan debu, kelembaban, hujan, sinar matahari langsung, dan serangan organisme perusak kayu (Wang et al., 2021; Kusuma et al., 2023). Selain itu, diperlukan kontrol kelembaban ruang penyimpanan dan penerapan sistem FIFO agar bahan tidak disimpan terlalu lama. Pemeriksaan teliti sebelum produksi penting untuk memastikan bahan bebas cacat fisik, kadar air berlebih, dan kerusakan biologis, sedangkan standarisasi ukuran partikel dan perekat berkualitas membantu menjaga konsistensi mutu produk.

5. Lingkungan

Kondisi lingkungan produksi dan penyimpanan perlu dibersihkan secara rutin agar terhindar dari kontaminasi. Untuk meningkatkan kenyamanan dan mengontrol kelembaban, perlu dipasang kipas angin, exhaust fan, ventilasi silang, serta alat pengatur kelembaban seperti *dehumidifier*, silica gel, atau gypsum (Li and Ran, 2023). Hal ini sejalan dengan ketentuan KEPMENKES RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 yang mewajibkan pengendalian suhu dan kelembaban di ruang kerja. Alat pengukur suhu dan kelembaban juga dianjurkan untuk memantau kondisi lingkungan secara berkala, dengan pencatatan hasil pengukuran sebagai bahan evaluasi (Rezalti and Susetyo, 2020).

Prioritas utama perbaikan adalah penerapan dan penegakan SOP secara konsisten, khususnya terkait penanganan produk, sortir bahan baku, serta prosedur pengeringan dan penyimpanan, karena metode kerja yang tidak sesuai standar terbukti menjadi penyebab dominan cacat produk dupa (Tarigan and Luhur, 2021; Kusuma et al., 2023).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, cacat produk pada proses produksi Dupa Cempaka di Perusahaan XYZ berupa terkelupas, patah, dan berjamur disebabkan oleh kombinasi faktor lingkungan, metode kerja, manusia, material, dan mesin. Faktor dominan berasal dari lingkungan, yaitu kelembaban tinggi dan suhu ruang produksi yang tidak terkontrol, sehingga memperburuk proses pengeringan dan meningkatkan risiko cacat fisik maupun biologis. Dari segi metode, ketiadaan SOP dalam penanganan dan sortir produk memicu penggunaan bahan yang tidak sesuai standar serta penanganan kasar. Faktor manusia seperti kelelahan akibat beban kerja berat, kondisi ruang kerja panas, dan kurangnya pelatihan memperbesar risiko kesalahan. Penyimpanan material yang terbuka dan higroskopis juga mempercepat penurunan mutu, sementara ketiadaan alat ukur kelembaban membuat produk sering disimpan dalam kondisi belum benar-benar kering hingga memicu pertumbuhan jamur. Dengan demikian, pengendalian mutu dupa memerlukan pendekatan sistemik mencakup perbaikan kondisi lingkungan dan penyimpanan, penerapan SOP, peningkatan kenyamanan kerja serta pelatihan tenaga kerja, serta penggunaan peralatan pendukung seperti hygrometer dan dehumidifier. Implementasi menyeluruh ini diharapkan mampu menekan tingkat kecacatan produk dan menjaga konsistensi kualitas produksi.

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa saran perbaikan bagi Perusahaan XYZ yaitu menetapkan prosedur standar operasional (SOP) pada setiap tahapan produksi, khususnya dalam penanganan fisik dupa, untuk meminimalkan kerusakan akibat perlakuan yang tidak tepat, melakukan evaluasi sistem kerja karyawan melalui penambahan durasi istirahat, rotasi tugas secara berkala, serta

pelatihan keterampilan guna meningkatkan efisiensi dan mengurangi kelelahan kerja, memperbaiki kondisi ruang produksi dan penyimpanan dengan menambahkan fasilitas seperti kipas angin, *exhaust fan*, dan *dehumidifier* agar suhu serta kelembapan stabil, sekaligus menjaga kebersihan secara rutin dan menerapkan sistem sortir bahan baku secara berkala, khususnya stik dupa, serta memastikan penyimpanan menggunakan wadah tertutup untuk mencegah kontaminasi dan menjaga mutu bahan tetap optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkiayat, M. 2021. A Practical Guide to Creating a Pareto Chart as a Quality Improvement Tool. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, 4(2), 83–84. <https://doi.org/10.36401/jqsh-21-x1>
- Andreas Supratman Siregar. 2019. Pengendalian Kualitas Produk Pellet Dengan Metode Statistical Quality Control (SQC) dan Statistical Process Control (SPC) di PT. Gold Coin Indonesia KIM II Mabar. Skripsi, Universitas Medan Area, Medan.
- Antony, J., Sony, M., Dempsey, M., Brennan, A., Farrington, T., and Cudney, E. A. 2019. An evaluation into the limitations and emerging trends of Six Sigma: an empirical study. *TQM Journal*, 31(2), 205–221. <https://doi.org/10.1108/TQM-12-2018-0191>
- Destriana, N. P. E., and Dewi, S. K. 2021. Pengaruh Keadilan Organisasi dan Work Stress Terhadap Counterproductive Work Behavior. *E-Jurnal Manajemen Universitas Udayana*, 10(11), 1051. <https://doi.org/10.24843/ejmunud.2021.v10.i11.p01>
- Harahap, M., and Chairunisah. 2024. Analisis pengendalian kualitas produk kayu menggunakan metode Statistical Quality Control di UD. Rizky. *Emasains: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 13(2), 96–107. <https://doi.org/10.59672/emasains.v13i2.4062>
- Heizer, J. H., and Render, B. 2017. *Operations management: Sustainability and supply chain management* (12th ed.). Boston, MA: Pearson. [Online]. Available: <https://www.pearson.com>. Accessed: December 20, 2024.
- Huang, Y., Chen, Z., and Zhang, J. 2020. Drying characteristics and quality evaluation of wood-based materials under different drying systems. *Wood Science and Technology*, 54(3), 645–662. <https://doi.org/10.1007/s00226-020-01174-5>
- Krisnaningsih, E., Wirawati, S. M., and Febriansyah, Y. 2021. Penerapan Statistical Process Control (SPC) dan Failure Mode Effect Analysis (FMEA) pada Proses Produksi Tisu Wajah. *Jurnal PASTI*, 14(3), 293. <https://doi.org/10.22441/pasti.2020.v14i3.007>
- Kuka, E., Cirule, D., Andersone, I., Andersons, B., and Fridrihsone, V. 2022. Conditions influencing mould growth for effective prevention of wood deterioration indoors. *Applied Sciences*, 12(3), 975. <https://doi.org/10.3390/app12030975>
- Kusuma, A. A., Yanti, H., Mariani, Y., Dirhamsyah, M., and Yusro, F. 2023. Analisis pengendalian mutu produk stik dupa menggunakan statistical quality control (SQC). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 41(3), 121–136. <https://doi.org/10.55981/jphh.2023.2521>
- Luger, T., Maher, C. G., Rieger, M. A., and Steinhilber, B. 2019. Work-break schedules for preventing musculoskeletal symptoms and disorders in healthy workers (Cochrane Database of Systematic Reviews, Issue 7, Art. No.: CD012886). John Wiley and Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012886.pub2>
- Rastegar, Z., Ghotbi Ravandi, M. R., Zare, S., Khanjani, N., and Esmaeili, R. 2022. Evaluating the effect of heat stress on cognitive performance of petrochemical workers: A field study. *Heliyon*, 8(1), e08698. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08698>

- Margarette, A., and Pujotomo, D. 2018. Analisis Pengendalian Kualitas Proses Produksi Kain Batik Menggunakan Metode Statistical Process Control (Spc) (Studi Kasus Pt. Iskandar Indah Printing Textile). *Industrial Engineering Online Journal*, 6(4). Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/ieoj/article/view/20535>
- Montgomery, D. C. 2019. *Introduction to Statistical Quality Control* (8th ed.). Hoboken, NJ: Wiley. [Online]. Available: <https://www.wiley.com>. Accessed: December 20, 2024.
- Nadiyah, K., and Dewi, G. S. 2022. Quality control analysis using flowchart, check sheet, p-chart, Pareto diagram and fishbone diagram. *OPSI*, 15(2), 183–188. <https://doi.org/10.31315/opsi.v15i2.7445>
- Novia Hammas. 2021. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Dengan Metode Statistical Process Control (SPC) Pada PT. Multi Karya Garmendo. Skripsi, Institut Agama Islam Negeri Surakarta.
- Nuzzo, R.L. 2019, Histograms: A Useful Data Analysis Visualization. *Journal of Injury, Function and Rehabilitation*, 11: 309-312. <https://doi.org/10.1002/pmrj.12145>
- Oktavia, A., and Herwanto, D. 2021. Analisis pengendalian kualitas produk menggunakan pendekatan statistical quality control (sqc) di pt. Samcon. *Jurnal Industri Inovatif*.
- Permenkes. 2016. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia.
- Pitoy, H., Jan, A., and Sumarauw, J. 2020. Analisis manajemen pergudangan pada gudang paris superstore kotamobagu warehouse management analysis in paris superstore warehouse kotamobagu. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis dan Akuntansi* 8(3), 252–260.
- Fachruzi Pradana, Robertus Sidartawan, and Salahuddin Junus. 2021. Analisis Pengendalian Produksi Serbuk SiC Menggunakan Metode Statistical Process Control (SPC). *Jurnal STATOR*, 4(1), 15–22
- Rezalti, D. T., and Susetyo, A. E. 2020. Kadar Suhu dan Kelembaban di Ruang Produksi Wedang Uwuh Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa. *Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa*, 4(2), 70.
- Rifaldi, A. R., Kastaman, R., and Syahmurman, F. 2024. Analisis Metode Pengendalian Kualitas Statistik dalam Pengendalian Kualitas Proses Produksi Keranjang Rotan di CV. Ravindo. *Jurnal Teknotan*, 18(3), 211–218. <https://doi.org/10.24198/jt.vol18n3.7>
- Sembiring, M., Meilala, A., and Harahap, M. 2022. Analisis Permasalahan Menggunakan Cause and Effect Diagram, Fault Tree Analysis dan Afinity Diagram Proses Produksi Stasiun Persiapan Tulangan pada PT. X. *TALENTA Conference Series: Energy and Engineering*. <https://doi.org/10.32734/ee.v5i2.1561>
- Setiawati, K. L., Satriawan, I. K., and Yoga, I. W. G. S. 2020. Analisis Pengendalian Kualitas menggunakan Metode Six Sigma pada Produk Roti Tawar di PT. Ital Fran's Multindo Food Industries Cabang Bali. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(4), 587–594. <https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i04.p12>
- Sowrirraajan, A., Shivakumar, A., Payyanad, S., et al. 2023. Investigations on Self-extinction of Incense Sticks. *Fire Technol*, 59, 1449–1464. <https://doi.org/10.1007/s10694-023-01389-5>
- Utami, A. F. 2024. Penerapan Peta Kendali Statistik Dalam Mengontrol Perubahan Mutu Crude Palm Oil Pada Proses Distribusi. *Indonesian Council of Premier Statistical Science*, 3(2), 79. <https://doi.org/10.24014/icopss.v3i2.32273>
- Wang, J., Cao, X., and Liu, H. 2021. A review of the long-term effects of humidity on the mechanical properties of wood and wood-based products. *Eur. J. Wood Prod.*, 79, 245–259. <https://doi.org/10.1007/s00107-020-01623-9>

Wu, H., and Wong, J. W. C. 2022. Temperature versus relative humidity: Which is more important for indoor mold prevention? *Journal of Fungi*, 8(7), 696. <https://doi.org/10.3390/jof8070696>