

BAB V

PEMBAHASAN

5.1. Tahap *define*

5.1.1. *Mapping Process*

Proses penggilingan gandum diawali dengan proses *screening* yang bertujuan untuk memisahkan gandum dengan *impurities* yang ada. Jenis *impurities* yang ada adalah biji-bijian selain gandum, kulit dan batang gandum, gandum busuk, batu, debu, pasir, dan benda logam. *Flow process* proses *screening* dapat dilihat pada Gambar 6. Proses *screening* dibagi menjadi dua yaitu *first cleaning* dan *second cleaning* dimana pada setiap proses *cleaning* terdapat proses *dampening* dan *tempering*. Tahapan proses *screening* sebagai berikut:

1. Penerimaan gandum

Gandum yang didatangkan dari *wheat silo* ditampung dalam *raw wheat bin*. Kemudian gandum melalui *magnet separator* dan masuk ke *hopper*. *Magnet separator* bertujuan untuk memisahkan gandum dengan logam. Setelah masuk ke *hopper*, gandum akan diatur *gristingnya* oleh *Flow Regulator* (FCA) dan ditimbang sesuai dengan Rencana Target Produksi (RTP).

2. *First Cleaning*

Proses pertama dalam *first cleaning* adalah gandum masuk ke *separator* untuk memisahkan *offal*. Selanjutnya menuju mesin *Air Classifier Aspirator* (TRC) yang berguna untuk memisahkan gandum dari *impurities* berdasarkan beratnya dengan bantuan angin. Gandum beserta *impurities* yang ringan akan masuk ke *trieur* sedangkan gandum beserta *impurities* yang berat akan masuk ke *dry stoner*. Jenis *impurities* yang dipisahkan oleh *trieur* adalah *offal*, batang gandum, dan *broken wheat* sedangkan pada *dry stoner* adalah batu. Gandum yang melalui *trieur* akan diteruskan

ke *scourer* dan *Air Aspirator* (TRR). *Scourer* bertujuan untuk memoles debu yang melekat pada gandum kemudian debu akan dihisap oleh TRR. Setelah itu, gandum dari *scourer* dan *dry stoner* akan masuk ke tahapan *first dampening*.

3. Proses *Dampening*

Pada proses ini terjadi penambahan air gandum untuk memenuhi standar kadar air yang ditetapkan sebanyak dua kali yang disebut *first dampening* dan *second dampening*. Selain memenuhi standar kadar air, proses *dampening* bertujuan untuk meliatkan gandum sehingga mempermudah penggilingan. Penambahan air yang pertama sebanyak 70-80% dari total penambahan air sedangkan penambahan air yang kedua sebanyak 30-20% dari total penambahan air. Penambahan air yang pertama dilakukan dengan persentase yang lebih besar dikarenakan penyerapan air terjadi dengan cepat pada tahap awal perendaman tetapi melambat seiring berjalannya waktu (Vengaiyah *et al.*, 2012). Berdasarkan pendapat tersebut, maka penetapan jumlah air oleh perusahaan sudah benar. Selain itu, dengan pembagian penambahan air menjadi dua akan memberikan waktu air untuk meresap hingga ke bagian *endosperm* gandum.

Penambahan air pertama dilakukan secara otomatis menggunakan MYFC dengan cara penginputan target *moisture* oleh operator. Hal tersebut dikarenakan jumlah penambahan air pertama sangat banyak sehingga membutuhkan bantuan dari tenaga mesin. Penambahan air kedua dilakukan secara manual menggunakan gelas ukur dengan cara pengukuran sisa jumlah air yang diperlukan oleh operator. Perhitungan penambahan air menggunakan rumus berikut:

$$W = \frac{M_2 - M_1}{100 - M_2} \times Q$$

Keterangan:

W = Jumlah air yang ditambahkan (Liter/jam)

M₁ = Kadar air awal gandum (%)

M_2 = Kadar air yang diinginkan (%)

Q = Kapasitas aliran gandum (kg/jam)

4. Proses *Tempering*

Proses *tempering* merupakan proses pendiaman gandum dalam sebuah *bin* setelah proses *dampening*. Hal tersebut bertujuan agar air dapat terserap oleh gandum sampai bagian *endospermnya*. Waktu *tempering* dipengaruhi pada jenis gandumnya dimana semakin *hard* gandumnya maka semakin lama pula waktu yang dibutuhkan (Dubat & Bock, 2019). Berdasarkan pendapat tersebut, maka standar yang ditetapkan oleh perusahaan sudah sesuai dimana waktu *tempering* untuk gandum *hard* adalah 16-30 jam, gandum *medium* 12-24 jam, dan gandum *soft* 6-18 jam. Dengan demikian, produk tepung terigu merk Segitiga Biru yang termasuk kedalam kategori gandum *medium* membutuhkan waktu *tempering* selama 12-24 jam.

5. *Second Cleaning*

Tujuan proses *second cleaning* sama seperti *first cleaning* yaitu membersihkan gandum dari *impurities* yang ada. Gandum basah menimbulkan kemungkinan adanya jamur yang tumbuh atau debu yang menempel sehingga gandum dilalui ke *scourer* dan TRR. Gandum yang sudah benar-benar bersih dari segala *impurities* akan masuk ke *Hopper B1*. *Hopper B1* merupakan tempat gandum sebelum masuk ke mesin *roller mill*. Selanjutnya gandum akan ditimbang dan dilalui ke *magnet separator* agar tidak ada logam yang masuk ke dalam produk. Setelah itu, gandum dinyatakan siap untuk digiling.

Setelah proses *screening*, gandum masuk ke dalam proses penggilingan. Proses penggilingan gandum bertujuan untuk memisahkan *endosperm* gandum dari *bran* dan *germ* sehingga menghasilkan tepung terigu. *Flow process* proses *milling* dapat dilihat pada Gambar 7. Proses *milling* dibagi menjadi tiga yaitu *break process*, *purification*, dan *reduction*. Tahapan proses *milling* sebagai berikut:

1. *Break process*

Break process adalah proses pemecahan gandum dimana bagian *endosperm* akan terpisah dengan *bran* dan *germ*. Pemecahan *endosperm* akan menghasilkan *semolina* dan *middling*. Produk yang dihasilkan disebut dengan *break flour*. *Break process* terdiri atas lima tingkatan yang mesinnya diberi kode B1, B2, B3, B4, dan B5. *Break process* diawali dengan gandum memasuki *roller mill* kemudian hasil pemecahan gandum berupa *semolina* dilanjutkan ke mesin *detacher* untuk dipecah kembali sehingga dapat meningkatkan ekstraksi gandum sedangkan *middling* langsung masuk ke *plansifter*. *Middling* hasil dari *detacher* akan masuk ke *roller mill* melalui *airlock cyclone*. *Airlock cyclone* bertujuan untuk memisahkan produk dari debu dengan sistem *aspiration* atau angin. *Bran* yang dipisahkan akan masuk ke *bran finisher*. *Bran finisher* bertujuan untuk mengambil sisa *endosperm* yang masih tercampur dengan *bran*. *Bran* murni yang dihasilkan akan dikirim ke *by product*.

2. *Purification*

Semolina dan *middling* yang telah masuk ke *airlock cyclone* akan melalui tahapan *purification*. Proses purifikasi bertujuan untuk memisahkan *semolina* dan *middling* dari *bran* sehingga mendapatkan *semolina* murni. Selain itu, pada proses purifikasi juga terjadi klasifikasi *semolina* dan *middling* menjadi *coarse semolina*, *fine semolina*, *coarse middling*, dan *fine middling*. Mesin *purifier* memiliki tiga ayakan yang digerakan oleh *vibrator*. Selain itu, mesin *purifier* juga memiliki aliran udara pada bagian bawah sehingga produk yang ringan akan ada dibagian atas sementara produk yang berat di bagian bawah. Produk yang dihasilkan oleh *purifier* akan dimasukkan ke *roller mill* kembali.

3. *Reduction*

Middling yang sudah masuk ke *plansifter* akan melalui proses *reduction*. Proses *reduction* memiliki tiga proses yaitu *sizing*, *middling*, dan *tailing*. Proses *sizing* bertujuan untuk mengayak *semolina* menjadi *middling* berdasarkan besarnya yaitu

coarse, medium, dan fine. Proses *middling* bertujuan untuk mereduksi *middling* menjadi tepung terigu. Proses *tailing* bertujuan untuk mereduksi *middling* yang tercampur dengan *bran* menjadi tepung terigu dan memisahkan *germ* yang kemudian menekannya menjadi pipih. Tepung terigu yang dihasilkan akan masuk ke *collecting flour* menuju *rebolt sifter*. *Rebolt sifter* bertujuan untuk memisahkan tepung terigu dengan kontaminan dan *impurities*. Produk yang dihasilkan *rebolt sifter* merupakan produk akhir tepung terigu yang siap untuk dikemas.

5.1.2. *Critical to quality*

Critical to quality yang sangat diperhatikan oleh para *miller* dalam memproduksi tepung terigu Segitiga Biru adalah kadar air, kadar protein, dan kadar abu atau yang sering disebut sebagai MPA (*Moisture, Protein, and Ash*). Batas-batas yang ditetapkan oleh PT Indofood Sukses Makmur Tbk. Divisi Bogasari untuk tepung terigu Segitiga Biru adalah kadar air maksimal 14.3%, kadar protein 11 – 13.5%, dan kadar abu maksimal 0.64%. Batas tersebut ditetapkan agar tepung terigu Segitiga Biru memiliki kualitas yang unggul dan seragam agar konsistensi produksi tetap terjaga. Batas-batas yang ditetapkan juga sudah sesuai dengan standar SNI 3751:2009 tentang tepung terigu pada Lampiran 1 (SNI, 2009).

1. Kadar air

Kadar air yang diharapkan adalah tidak diatas nilai 14.3%. Hal tersebut dapat berdampak pada kualitas produk dimana semakin tinggi kadar air maka semakin besar kemungkinan tumbuhnya mikroorganisme dalam produk sehingga produk tidak tahan lama (Daud *et al.*, 2019). Namun, kadar air juga tidak diharapkan untuk terlalu rendah karena dapat menyebabkan kekeringan pada produk sehingga terjadi kegagalan dalam proses penggilingan. Proses penggilingan dengan gandum yang kering dapat menyebabkan *endosperm* cenderung lebih melekat pada bagian kulit gandum sehingga proses pemecahan akan mengalami kesulitan (Dubat & Bock, 2019). Berdasarkan kedua pendapat tersebut, maka kadar air yang diperoleh harus sesuai agar terhindar

dari penurunan kualitas. Selain itu, kadar air juga mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap produk tepung terigu. Konsumen membutuhkan tepung terigu yang praktis dan sesuai dengan kebutuhannya dimana tepung terigu yang terlalu kering menyebabkan konsumen melakukan *adjustment* ulang pada resep yang biasa digunakan sehingga akan menimbulkan perspektif bahwa produk tersebut tidak konsisten. Ketiga faktor tersebut yang mendorong kadar air untuk dijadikan sebagai salah satu parameter kritikal untuk proses penggilingan tepung terigu Segitiga Biru.

2. Kadar Protein

Kadar protein yang diharapkan adalah 11 sampai 13.5%. Alasan utama dalam penetapan kadar protein tersebut adalah tepung terigu Segitiga Biru termasuk kedalam tepung terigu protein sedang. Kadar protein tepung terigu yang terlalu rendah menyebabkan kadar glutennya rendah pula sehingga adonan yang dihasilkan tidak akan mengembang dan cenderung renyah sedangkan kadar protein yang tinggi menyebabkan adonan mengembang (Kaushik *et al.*, 2015). Berdasarkan pendapat tersebut, maka penetapan kadar protein tepung terigu Segitiga Biru sudah tepat dikarenakan kadar proteinnya berada di antara kadar protein tepung terigu protein tinggi dan rendah sehingga dapat dijadikan sebagai tepung terigu serbaguna yang banyak digunakan sebagai bahan baku untuk produk yang tidak membutuhkan efek pengembang tetapi masih ingin menghasilkan produk yang lembut.

3. Kadar Abu

Kadar abu yang diharapkan adalah maksimal 0.64%. Menurut Pangestuti & Darmawan (2021), semakin rendah kadar abunya maka semakin stabil adonan dari tepung terigunya. Namun, kandungan abu dalam tepung terigu sulit untuk dihilangkan. Kadar abu sebagian besar banyak ditemukan pada *bran* gandum sehingga kegagalan pemisahan *bran* dan *endosperm* pada *roller mill* serta pengayakan yang tidak sempurna dapat menyebabkan kadar abu meningkat. Kadar abu dapat mempengaruhi karakteristik tampilan pada tepung terigu. Berdasarkan SNI 3751:2009 tentang tepung

terigu, mutu warna tepung terigu adalah putih khas tepung. Kadar abu dapat menyebabkan perubahan warna pada tepung terigu (Hartanto, 2012). Kadar abu yang tinggi menyebabkan tepung kurang diminati oleh konsumen akibat warna produk yang cenderung lebih gelap (Sari *et al.*, 2019). Faktor tersebut yang mendorong kadar abu untuk dijadikan parameter kritikal dalam proses penggilingan tepung terigu.

5.2. Tahap *measure*

Pengukuran kapabilitas berdasar pada dua asumsi penting yaitu data harus memiliki distribusi normal dan proses dalam keadaan stabil (Sambrani, 2016). Pengukuran kapabilitas proses merupakan sebuah prediksi sehingga proses harus dalam keadaan stabil agar *output* dari proses *in control* dapat dibandingkan dengan spesifikasi yang ada (Rezaie *et al.*, 2006). Berdasarkan pendapat tersebut, maka sebelum melakukan pengukuran kapabilitas proses perlu adanya uji normalitas data dan pengukuran stabilitas proses.

5.2.1. Normalitas Data

Pengujian normalitas data perlu dilakukan untuk mengetahui apakah data memiliki distribusi normal. Uji normalitas yang dilakukan dalam penelitian ini adalah uji *Kolmogorv Smirnov*. Hasil uji *Kolmogorov Smirnov* diinterpretasikan sebagai berikut:

- a. Nilai signifikansi > 0.05 , maka data berada dalam distribusi normal
- b. Nilai signifikansi < 0.05 , maka data berada dalam distribusi tidak normal (Pratama & Permatasari, 2021).

Berdasarkan Tabel 4. Hasil Uji Normalitas, hasil pengujian masing-masing parameter menunjukkan nilai signifikansi yaitu kadar air 0.814, kadar protein 0.919, dan kadar abu 0.654. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa seluruh data berdistribusi

normal dikarenakan nilai signifikansi untuk semua parameter lebih dari 0.05 sehingga data dapat diolah ke pengukuran selanjutnya.

5.2.2. Pengukuran Stabilitas Proses

Pengukuran stabilitas proses menggunakan peta kendali *Individual Moving Range Chart* dikarenakan proses penggilingan tepung terigu bersifat kontinyu dan sampel yang diuji bersifat individual. Peta kendali I-MR bertujuan untuk mengetahui apakah proses penggilingan sudah stabil atau *in control* (Rimantho & Athiyah, 2019). Proses dikatakan stabil apabila proses hanya dipengaruhi oleh variasi umum atau acak yang ada dalam proses tanpa ada gangguan dari faktor asing lainnya (Manyele, 2017). Berdasarkan pendapat Manyele (2017), maka pengukuran stabilitas proses dilakukan agar penelitian dapat dilanjutkan ke tahap berikutnya. Data yang diambil adalah pengujian sampel tepung terigu Segitiga Biru berdasarkan parameter kadar air, kadar protein, dan kadar abu sebanyak 9 kali sehari selama 87 hari pada bulan Januari hingga Agustus 2022.

Peta kendali I-MR terdiri atas peta kendali *Individual* dan *Moving Range*. Peta kendali *Individual* menunjukkan data hasil pengujian parameter kritikal sedangkan peta kendali *Moving Range* menunjukkan perbedaan hasil pengujian satu ke pengujian berikutnya (Laksono *et al.*, 2013). Berdasarkan peta kendali I-MR dapat dikatakan bahwa proses produksi tepung terigu Segitiga Biru berdasarkan parameter kadar air, kadar protein, dan kadar abu dalam keadaan tidak stabil atau *out control* dikarenakan banyak data yang berada diluar batas kendali. Data yang menyebabkan penyimpangan harus direvisi agar didapatkan data dari proses yang terkendali untuk dijadikan sebagai dasar pengukuran kapabilitas proses. Penyimpangan yang terjadi tergolong kecil namun tetap harus direvisi agar mendapatkan hasil proses yang stabil. Berdasarkan peta kendali MR parameter kadar air, data hari ke 51 dan 52 menyebabkan penyimpangan. Berdasarkan peta kendali I parameter kadar protein, data hari ke 5, 7, 54, dan 64 menyebabkan penyimpangan. Berdasarkan peta kendali MR parameter kadar protein,

data hari ke 6, 7, 55, 64 dan 65 menyebabkan penyimpangan. Berdasarkan peta kendali I parameter kadar abu, data hari ke 44 menyebabkan penyimpangan. Berdasarkan peta kendali MR parameter kadar abu, data hari ke 51 menyebabkan penyimpangan.

Setelah dilakukan revisi, stabilitas proses berdasarkan kadar air dan kadar abu dinyatakan stabil sehingga dapat dilanjutkan ke dalam pengukuran kapabilitas proses sedangkan stabilitas proses berdasarkan kadar protein menunjukkan proses yang tidak stabil. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa proses penggilingan tepung terigu Segitiga Biru berdasarkan kadar protein tidak hanya dipengaruhi oleh variasi yang hanya ada dalam proses tetapi terdapat gangguan dari faktor lain (Manyele, 2017). Berdasarkan hasil wawancara dengan *deputy head miller*, faktor yang berpengaruh besar dalam penentuan kadar protein tepung terigu Segitiga Biru adalah jenis genotip gandumnya dan proses penggilingan hanya memberikan sedikit pengaruh. Oleh sebab itu, kapabilitas proses tepung terigu Segitiga Biru berdasarkan kadar protein tidak dapat dianalisis.

5.2.3. Pengukuran Kapabilitas Proses

Pengukuran kapabilitas proses merupakan kunci penting dalam program pengembangan kualitas proses (Simion, 2021). Untuk proses penggilingan tepung terigu Segitiga Biru berdasarkan kadar air memiliki batas spesifikasi atas 14.3% sedangkan kadar abu memiliki batas spesifikasi atas 0.64% sehingga kapabilitas proses dikatakan baik jika proses mampu berada di dalam batas spesifikasi yang ditetapkan. Hasil pengukuran kapabilitas proses berdasarkan kadar air dan kadar abu dengan *software Minitab* dapat dilihat pada Gambar 14 dan 15.

Perhitungan kapabilitas proses hanya menggunakan indeks Cpk karena spesifikasi yang ditentukan hanya USL (*Upper Specification Limit*) sehingga indeks Cp pada hasil *Minitab* ditandai dengan bintang (*). Hal tersebut dikarenakan Cp merupakan perhitungan rentang spesifikasi (USL-LSL) dibagi 6 standar deviasi proses sedangkan Cpk merupakan perhitungan rentang spesifikasi ke target dibagi 3 standar

deviasi (Pratama & Susanti, 2018). Jika nilai LSL tidak ditetapkan atau tidak teridentifikasi maka indeks Cp juga tidak teridentifikasi. Kedua kapabilitas proses berdasarkan kadar air dan kadar abu tidak memenuhi nilai Cpk lebih dari 1.33 yaitu kadar air 0.15 dan kadar abu 0.68 sehingga disimpulkan bahwa proses kurang “*capable*” dalam memenuhi spesifikasi yang sudah ditetapkan. Proses yang tidak *capable* mengakibatkan perusahaan harus melakukan 100% inspeksi terhadap permasalahan yang ada karena terdapat produk yang berada di luar batas kendali (Sambrani, 2016).

Semakin rendah nilai Cpk maka semakin rendah pula nilai PPM dan nilai sigma. Nilai PPM (*parts per million*) menunjukkan jumlah persentase data yang berada diluar batas kendali (Simion, 2021). Berdasarkan pendapat tersebut, maka dalam satu juta produksi kemungkinan penyimpangan kadar air sebesar 357.142 sedangkan penyimpangan kadar abu sebesar 58.823. Perhitungan nilai sigma mengikuti rumus $Sigma\ Level = NORMSINV((1000000 - PPM)/1000000) + 1.5$ (Nailah *et al.*, 2014). Perhitungan sigma kedua parameter dapat dilihat pada Lampiran 3 dan 4. Hasil perhitungan nilai sigma untuk proses penggilingan tepung terigu Segitiga Biru berdasarkan parameter kadar air adalah 1.866 sedangkan berdasarkan parameter kadar abu adalah 3.068. Jika hasil perhitungan dibulatkan maka didapatkan nilai sigma berdasarkan parameter kadar air berada pada level 2 yang merupakan rata-rata nilai sigma industri di Indonesia sedangkan berdasarkan kadar abu berada pada level 3 yang merupakan satu level diatas rata-rata industri di Indonesia (Sirine & Kurniawati, 2017). Jika dilihat dari nilai Cpk, parameter kadar air memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan parameter kadar abu sehingga nilai PPM dan sigma parameter kadar air juga lebih rendah. Faktor yang menyebabkan hal tersebut akan dibahas ke tahapan *six sigma* berikutnya agar didapatkan langkah perbaikan untuk meningkatkan kapabilitas proses.

5.3. Tahap *analyze*

Berdasarkan hasil analisis pengukuran stabilitas proses dan kapabilitas proses berdasarkan parameter kritikalnya, tindakan perbaikan sangat dibutuhkan agar proses penggilingan tepung terigu Segitiga Biru mencapai indeks kapabilitas proses melebihi satu. Sebelum menentukan langkah perbaikan perlu dilakukan analisis faktor yang menimbulkan kendala sehingga dapat menentukan jenis perbaikan yang tepat untuk meminimalisir kendala yang ada. Analisis yang dilakukan menggunakan dua alat statistik yaitu diagram sebab akibat serta uji *Kendall's Coefficient of Concordance*. Menurut Sya'roni & Suliantoro (2019), diagram sebab akibat dapat menunjukkan hubungan sebab dan akibat suatu kegagalan yang terjadi.

Kendall's Coefficient of Concordance adalah sebuah uji untuk menentukan peringkat serta menetapkan kesepakatan di antara responden. Penentuan peringkat antar responden bertujuan untuk mengevaluasi sebuah objek. Inteprestasi dari uji *Kendall's Coefficient of Concordance* dilihat dari nilai W yang memiliki skala 0-1 dimana 1 menunjukkan total kesepakatan (Kwame *et al.*, 2020). Berdasarkan pendapat tersebut, maka responden pada masing-masing uji *Kendall's Coefficient of Concordance* memiliki kesepakatan yang cenderung rendah dikarenakan nilai W pada masing-masing parameter adalah 0.277, 0.148, dan 0.130. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan setiap responden memiliki pengalaman dan waktu bekerja berbeda-beda.

Analisis sebab akibat masalah yang muncul didasari pada hasil pengamatan langsung dan *brainstorming* dengan pihak yang berhadapan langsung dengan proses penggilingan tepung terigu Segitiga Biru dan kemudian digambarkan dalam bentuk diagram *fishbone* (Gambar 16, 17, dan 18). Faktor penyebab kendala dibagi menjadi 4 kelompok yaitu manusia, mesin, metode dan material. Untuk mengetahui faktor terbesar yang mempengaruhi ketidakstabilan kadar parameter kritikalnya maka dilakukan uji rank dengan *Kendall's Coefficient of Concordance* (Tabel 4).

5.3.1. Diagram *fishbone* kadar air tidak sesuai dengan standar

1. Metode

Berdasarkan hasil uji *Kendall's Coefficient of Concordance*, faktor yang paling berpengaruh pada ketidakstabilan kadar air adalah metode yang digunakan dengan nilai *mean rank* 3.17. Metode manual yang digunakan dalam proses *second dampening* dengan gelas ukur untuk mengukur sisa air yang dibutuhkan dapat menimbulkan tekanan yang fluktuatif. Menurut Ghurri (2014), gas akan mengisi atau memenuhi wadah. Wadah yang tertutup memiliki tekanan yang lebih besar karena udara terjebak didalamnya sehingga tekanan yang terperangkap akan keluar ketika dibuka (Sarini & Selamet, 2022). Berdasarkan pendapat tersebut, maka pelepasan gas saat proses pembukaan keran gelas ukur menyebabkan kesulitan pembacaan karena tekanan wadah sangat fluktuatif dan tidak stabil.

2. Material

Faktor kedua yang mempengaruhi ketidakstabilan kadar air dengan nilai *mean rank* 2.56 adalah material gandumnya seperti tercampurnya *impurities* berupa *material* asing dan kulit serta batang gandum. Menurut Suarni (2017), bagian epidermis biji gandum mengandung debu yang banyak sehingga jika terkena air akan menjadi liat. Berdasarkan pendapat tersebut, maka semakin banyak debu ataupun kulit yang tercampur maka sebagian besar air yang ditambahkan akan terserap sehingga kadar air akan turun. Selain itu, kulit gandum memiliki kemampuan untuk menyerap air terbesar dibandingkan bagian gandum lainnya (Sharma *et al.*, 2014). Pendapat tersebut juga mendukung pernyataan bahwa semakin banyak kulit gandum yang tercampur maka kadar air tepung yang dihasilkan semakin rendah.

3. Mesin

Faktor ketiga yang mempengaruhi ketidakstabilan kadar air dengan nilai *mean rank* 2.22 adalah mesin yang digunakan. Mesin yang berperan penting dalam menentukan kadar air gandum adalah MYFC yang merupakan *Automatic Moisture Control System*. Cara kerja MYFC adalah operator melakukan input target *moisture*

yang diinginkan kemudian mesin secara otomatis akan menambahkan air pada gandum. Filter air sebelum proses *dampening* berfungsi untuk menjaga agar air yang digunakan bersih dan terbebas dari *impurities*. Filter air yang kotor menyebabkan penyumbatan sehingga air yang dibutuhkan tidak dapat mengalir keluar. Selain itu, suhu alat *roller mill* cukup tinggi yang dapat menyebabkan penguapan air lebih banyak. Hal tersebut dikarenakan suhu tinggi menyebabkan panas cepat berpindah ke permukaan bahan sehingga air dalam bahan akan menguap (Sasmita *et al.*, 2018).

4. Manusia

Faktor terakhir dengan nilai *mean rank* 2.06 adalah tenaga kerja yang membantu dalam proses penggilingan. Kendala yang mungkin terjadi sebenarnya dapat dicegah namun akibat keadaan yang sulit, penempatan kontrol alat yang kurang efisien, *monitoring* yang berat, kemampuan orang yang berbeda-beda memungkinkan timbul kurang teliti serta kelelahan. Kurang teliti merupakan kegiatan dimana seseorang kurang berhati-hati dalam melakukan pekerjaannya. Hal tersebut dapat terjadi akibat terburu-buru (Yatima & Sapri, 2019). Permintaan yang tinggi menjadi salah satu faktor pekerjaan harus diselesaikan secara cepat sehingga ketidaktelitian mungkin saja terjadi. Kelelahan ditandai dengan kinerja tenaga kerja yang menurun sehingga kesalahan dalam pekerjaan meningkat (Verawati, 2016). Berdasarkan kedua pendapat tersebut, dua hal tersebut lazim terjadi pada perusahaan dengan kapasitas yang besar dan perlu untuk diperhatikan agar kinerja tenaga kerja tetap terjaga.

5.3.2. Diagram *fishbone* kadar protein tidak sesuai dengan standar

1. Mesin

Berdasarkan hasil uji *Kendall's Coefficient of Concordance*, faktor yang paling berpengaruh pada ketidakstabilan kadar protein dengan nilai *mean rank* 1.61 adalah mesin yang digunakan. Mesin utama yang berpengaruh pada kestabilan kadar protein adalah *Flow Regulator* (FCA). Dalam memproduksi tepung terigu perlu ada pertimbangan karakteristik sumber gandum utuh yang akan digunakan (AEIG, 2021).

Perubahan jenis gandum atau yang disebut *grist* dapat diawasi dengan sensor yang terletak di mesin FCA. Sensor memiliki peran penting dalam menjalankan sistem otomatis sebuah mesin (Kaleka, 2017). Sensor pada FCA yang bermasalah akan menyebabkan *gristing* yang diharapkan tidak sesuai. Setiap tepung terigu memiliki *gristing* yang berbeda-beda tergantung pada target karakteristik tepung yang ingin dicapai. Selain itu, gandum dengan *impurities* yang banyak dapat menyebabkan penyumbatan pada *raw wheat bin* sehingga akurasi pembacaan sensor FCA terganggu. Kedua faktor tersebut dapat menyebabkan ketidakstabilan kadar protein pada tepung terigu.

2. Manusia

Faktor yang kedua dengan nilai *mean rank* 1.39 adalah tenaga kerjanya. Alat FCA merupakan mesin utama yang digunakan dalam *gristing* pada gandum. Pengawasan yang kurang pada alat FCA dapat menyebabkan keterlambatan kalibrasi sehingga kinerja alat menurun. Hal tersebut jarang terjadi diakibatkan operator sudah memahami SOP yang sudah ditetapkan.

5.3.3. Diagram *fishbone* kadar abu tidak sesuai dengan standar

1. Manusia

Berdasarkan hasil uji *Kendall's Coefficient of Concordance*, faktor yang paling berpengaruh pada ketidakstabilan kadar abu dengan nilai *mean rank* 2.28 adalah tenaga kerja. Dalam melakukan proses *milling*, terdapat beberapa hal yang perlu dilakukan oleh operator yaitu melakukan pengaturan pada mesin *roll*. Pengaturan mesin *roll* dilaksanakan secara manual dengan memutar tuas pada mesin. Pengaturan *roll* besi pada mesin yang terlalu jauh menyebabkan banyak gandum yang *loss* dan tingkat ekstraksi rendah sedangkan pengaturan *roll* besi pada mesin yang terlalu dekat menyebabkan kulit gandum dapat ikut tergiling. Ketika gandum diolah menjadi tepung terigu, kulit biji dan germ akan dihilangkan sebanyak mungkin sehingga hanya *endosperm* yang akan digiling menjadi tepung terigu (Zhang, 2020). Berdasarkan

pendapat Zhang (2020), maka pengaturan roll besi pada mesin yang tidak sesuai dapat menyebabkan kadar abu tidak stabil karena kulit dan batang gandum mungkin tercampur atau bagian *endosperm* kurang terekstrak.

2. Material

Faktor yang kedua dengan nilai *mean rank* 1.94 adalah *material*. Gandum yang terlalu kering dapat menyebabkan kulit gandum tidak menjadi liat sehingga mudah pecah (Suarni, 2017). Berdasarkan pendapat tersebut, maka dapat dikatakan, kadar air yang rendah dapat menyebabkan kulit gandum ikut terpecah saat proses penggilingan sehingga kadar abu akan meningkat. Selain itu, kulit dan batang gandum yang tercampur beserta *impuritiesnya* dapat meningkatkan kadar abu. Menurut Czaja *et al* (2020), kadar abu tertinggi ada pada bagian kulitnya yaitu sebesar 68%. Berdasarkan pendapat tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kulit dan batang gandum yang tercampur dapat meningkatkan kadar abu dalam tepung terigu.

3. Mesin

Faktor terakhir dengan nilai *mean rank* 1.78 adalah mesin yang digunakan. Mesin yang memainkan peranan besar dalam kestabilan kadar abu adalah *roller mill* dan *sifter*. *Roller mill* memiliki kepingan besi tajam seperti gigi untuk menghancurkan gandum yang cukup keras. Prinsip kerja *roller mill* adalah dua roller berbentuk silinder berputar secara berlawanan dengan kecepatan yang berbeda (Nauval *et al.*, 2021). Ketika *roller mill* digunakan secara rutin akan menimbulkan ketumpulan akibat gaya gesek yang terjadi secara berulang kali (Arzak, 2019). *Roller mill* yang aus menyebabkan tingkat ekstraksi akan turun dan *endosperm* sulit dihancurkan sehingga kadar abu menurun. Penggunaan mesin *sifter* secara terus-menerus akibat produksi yang tidak berhenti dapat menyebabkan ayakan *sifter* sobek akibat gaya gesek yang terjadi sehingga menyebabkan kebocoran (Raharjo & Sutapa, 2018). Ayakan yang sobek dapat mengakibatkan proses pemisahan tepung berdasarkan bentuk tidak berjalan dengan optimal sehingga kadar abu meningkat.

5.4. Tahap *improvement*

Tahap *improvement* merupakan tahapan untuk mencari langkah perbaikan dari faktor penyebab yang ditemukan pada tahap *analyze*. Pemberian usulan langkah perbaikan dengan pertimbangan proses yang sudah ada dan kemungkinan diberlakukannya langkah perbaikan. Alat statistik yang digunakan dalam tahap ini adalah tabel *action plan*. Usulan yang diberikan diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan perusahaan untuk meningkatkan indeks kapabilitas proses.

5.4.1. *Action plan* untuk kadar air yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada

Kelancaran kinerja mesin MYFC dalam mengeluarkan air dipengaruhi keadaan awal mesin MYFC yang harus terisi dengan air. Ketika mesin MYFC belum diisi dengan air maka saat digunakan air yang seharusnya keluar akan terhambat. Langkah perbaikan yang dapat diterapkan adalah memastikan mesin MYFC sudah terisi dengan air sebelum digunakan. Filter air sebelum proses *dampening* berfungsi untuk menjaga agar air yang digunakan bersih dan terbebas dari *impurities*. Kestabilan filter dipengaruhi oleh kebersihan media filter berupa pori-pori yang akan dilalui air. Menurut Widyastuti & Sari (2011), media filter yang tersumbat menyebabkan kecepatan alir filtrat menurun. Berdasarkan pendapat tersebut, maka langkah perbaikan yang dapat diberlakukan adalah memastikan filter air bersih sehingga dapat proses *dampening* yang akan dilakukan berikutnya tidak terhambat.

Gelas ukur yang tertutup dibagian atas menimbulkan tekanan dalam gelas meningkat ketika dibuka kerannya untuk mengisi air. Menurut Sarini & Selamat (2022), wadah tertutup memiliki tekanan yang lebih besar dibandingkan wadah terbuka. Berdasarkan pendapat tersebut, maka sebaiknya keran dibuka beberapa waktu sebelum proses *dampening* kedua untuk menyeimbangkan tekanan yang ada. Suhu alat penggilingan yang tinggi dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan disekitarnya. Hubungan cuaca dengan kondisi suhu internal berbanding lurus dimana perubahan

iklim akan meningkatkan rata-rata suhu internal (Nebia & Aoul, 2017). Dalam mengantisipasi penguapan air maka dapat dilakukan perkiraan *loss moisture* pada gandum. Kualitas tepung yang dihasilkan dapat diatur dengan jumlah air yang akan ditambahkan (Morishita *et al.*, 2020). Semakin rendah kadar air awal maka perpindahan uap air bahan ke lingkungan menjadi lebih cepat (Permatasari *et al.*, 2013). Berdasarkan pendapat tersebut, langkah perbaikan yang dapat dilakukan adalah meningkatkan persentase jumlah air pada proses *dampening* ketika musim panas.

Impurities yang tercampur pada gandum kemungkinan terjadi karena proses *cleaning* yang tidak optimal. Berdasarkan hasil *mapping process*, proses *cleaning* memiliki 5 alat *cleaning* yang masing-masing memiliki fungsi berbeda sehingga ketika terjadi kerusakan pada salah satu alat dapat menyebabkan *impurities* tercampur dengan gandum yang siap digiling. Langkah perbaikan yang dapat dilakukan adalah melakukan pembersihan rutin pada mesin *cleaning* terutama *separator*. Pada Gambar 19, dapat dilihat bahwa *separator* memiliki bolongan bolongan kecil atau yang biasa disebut *mesh*. Saat lubang kecil tersumbat oleh *impurities* yang besar seperti benang, potongan kain, dan kayu maka area penyaringan yang efektif akan berkurang. Menurut Lawinska & Modrzewski (2017), bentuk material *impurities* tersebut menjadi faktor yang mempengaruhi penyumbatan pada area penyaringan namun terdapat faktor lain yang mempengaruhi yaitu gaya getar pada mesin dan sudut kenaikan mesin. Berdasarkan pendapat tersebut, kebersihan alat sebelum digunakan juga harus diperhatikan agar tidak ada *impurities* yang menyumbat bolongan. Selain itu, langkah perbaikan yang dapat dilakukan adalah mengevaluasi sudut kenaikan mesin dan gaya getar pada mesin.



Gambar 19. Bagian separator

5.4.2. *Action plan* untuk kadar protein yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada

Alat dalam proses penggilingan yang berperan dalam pengaturan jenis *grist* untuk produksi tepung terigu adalah FCA (*Flow Regulator*). Menurut Kaleka (2017), Sensor pada mesin yang menjalankan sistem operasi mesin secara otomatis. Oleh sebab itu, kondisi sensor pada mesin sangat berpengaruh pada keluaran *grist* yang akan digunakan. Selain alat FCA, *raw wheat bin* tempat awal gandum berada juga harus diperhatikan. Dengan demikian perlu ada langkah perbaikan yang dilakukan dengan melakukan evaluasi terhadap sensor FCA, melakukan kalibrasi alat FCA, dan mengkalibrasi alat kalibrasinya sesuai pedoman.

5.4.3. *Action plan* untuk kadar abu yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang ada

Kadar abu sangat dipengaruhi oleh mesin *roller mill* yang digunakan pada proses *milling*. Penggunaan *roller mill* diawali dengan pengaturan jarak antar mata pisau satu dengan lainnya secara manual. Pengaturan tersebut dapat berpengaruh pada kondisi mesin *roller mill*. Faktor yang menyebabkan kegagalan akibat keausan adalah kekerasan benda, adanya kontaminasi, tekanan yang berlebih, kecepatan, dan suhu (Syahril & Anggara, 2022). Berdasarkan pendapat tersebut, maka pengaturan *roller mill* perlu diperhatikan agar kinerja mesin optimal. Langkah perbaikan yang dapat diterapkan adalah melakukan pemeliharaan pada *roller mill*. Menurut Budiharjo & Fitri (2016), salah satu bentuk pemeliharaan adalah penjadwalan pemeriksaan secara rutin.

Selain mesin *roller mill*, ayakan *sifter* juga perlu diperhatikan. Menurut Iswandir (2016), pengawasan dapat membantu memastikan pelaksanaan sebuah pekerjaan sudah dilaksanakan dengan baik atau efektif. Faktor yang menyebabkan ayakan *sifter* sobek adalah kecepatan mesin yang terlalu tinggi, pemasangan kain ayakan yang terlalu kencang, dan material dari kain ayakan itu sendiri (Raharjo & Sutapa, 2018). Berdasarkan pendapat tersebut, maka langkah perbaikan yang dapat dilakukan pengawasan terhadap mesin *sifter*. Pengawasan dapat dilakukan dengan cara berurutan mulai dari proses, manusia, dan mesin agar menghasilkan output yang diharapkan (Sulistyarini & Pebrianti, 2019).

Perumusan langkah perbaikan untuk gandum yang kering sama seperti perumusan langkah perbaikan mengenai suhu alat penggiling yang tinggi yaitu menambah persentase jumlah air ketika musim panas. Selain itu, kontaminasi fisik pada gandum juga sudah dibahas pada kendala kadar air tidak sesuai spesifikasi yang ada yaitu melakukan evaluasi pada mesin separator dan melakukan pembersihan rutin pada mesin *cleaning*. Perumusan langkah perbaikan yang diberikan sama karena *impurities* yang tercampur pada gandum memberikan pengaruh terhadap kadar air dan kadar abu pula.

5.5. Tahap *control*

Tahap *control* merupakan tahap terakhir dalam metode *six sigma*. Pada tahap ini berisi pengendalian prosedur yang diusulkan sebagai pertimbangan untuk pedoman kerja agar kendala yang sama dapat dihindari (Fithri & Chairunnisa, 2019). Hasil dari tahap *control* yang diharapkan adalah dokumentasi rencana peningkatan proses dan memberikan hasil rekomendasi dari *six sigma* kepada penanggung jawab produksi (Smętkowska & Mrugalska, 2018). Dokumentasi rencana peningkatan proses menggunakan lembar *check sheet* 5W+1H yang dapat dilihat pada Tabel 8. Seluruh usaha untuk meningkatkan kualitas akan didokumentasikan kemudian disosialisasikan ke perusahaan.