

**ANALISIS HUBUNGAN FAKTOR PENYEBAB PENYIMPANGAN PADA PROSES
PENGERINGAN TEH HITAM DENGAN *INTERPRETIVE STRUCTURAL MODELLING*
(STUDI KASUS DI PTPN XII (PERSERO) WONOSARI, LAWANG)**

Retno Astuti, Dhita Morita Ikasari, M. Januar

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Brawijaya, Malang

ABSTRACT

Export of black tea from Indonesia tend to be decreased from 2008 to 2012 due to the quality of the Indonesian black tea is not good enough to compete with other black tea exporter countries. The competitive advantage of Indonesian black tea industry can be increased by improving the quality control of black tea production process. The Critical Control Point of black tea production process is drying process. The objectives of this research was to analyze the relation between the causes of drying process deviation in PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Wonosari, Lawang based on sigma value using Interpretive Structural Modelling to provide recommendation of improvement priority for reducing defects in the drying process

Keywords: *Drying Process, Interpretive Structural Modelling, Sigma value*

PENDAHULUAN

Industri teh merupakan salah satu industri yang produknya memiliki daya tarik tinggi di berbagai negara. Hal ini disebabkan teh merupakan produk yang mempunyai keunggulan bersaing dibandingkan minuman kesegaran lainnya, yaitu nikmat dan bermanfaat untuk kesehatan. Indonesia merupakan negara produsen teh curah yang berada pada urutan ke-5 setelah India, Cina, Sri Lanka, dan Kenya. Produksi teh Indonesia sebagian besar diekspor dan hanya sebagian kecil saja yang dipasarkan di dalam negeri. Pangsa pasar untuk produk teh tersebut telah menjangkau kelima benua yakni Asia, Afrika, Australia, Amerika, dan Eropa. Pada tahun 2012 tercatat 54 negara yang menjadi pangsa pasar teh Indonesia dengan 5 besar negara yang menjadi pengimpor teh Indonesia berturut-turut yaitu Rusia, Inggris, Pakistan, Malaysia, dan Republik Jerman (Indonesia *Investment*, 2013).

Perkembangan total ekspor teh (teh hijau dan teh hitam) dari tahun 2008 hingga 2012 mengalami kecenderungan menurun. Pada tahun 2008, total volume ekspor sebesar 96.210 ton dan nilainya mencapai US\$ 158,9 juta dan terjadi penurunan setiap tahun hingga total ekspor pada tahun 2012 sebanyak 70.071 ton dengan nilai sebesar US\$ 156,7 juta (Badan Pusat Statistik, 2013).

Selama periode tahun 2008-2012 teh Indonesia yang diekspor sebagian besar dalam bentuk teh hitam meskipun perkembangannya dalam kurun waktu tersebut berfluktuasi. Pada tahun 2012, volume ekspor teh hitam mencapai 58.464 ton atau 83,44 persen terhadap total volume ekspor teh dengan nilai ekspor sebesar US\$ 119,97 juta. Pada tahun 2011, industri teh memberikan kontribusi pada Produk Domestik Bruto (PDB) Indonesia sebesar Rp 1,2 triliun, dengan devisa US\$ 110 juta. Kontribusi teh pada neraca ekspor mengalami penurunan dan masih jauh lebih kecil dibandingkan dengan kontribusi minyak sawit mentah. Pada tahun 2012, kontribusi teh pada neraca ekspor sebesar US\$ 3,3 juta, sedangkan kontribusi minyak sawit mentah sebesar US\$ 200 juta. (Badan Pusat Statistik, 2013) Penurunan ekspor teh hitam Indonesia disebabkan mutu teh hitam Indonesia masih kalah bersaing dibandingkan negara pengekspor teh lain. Peningkatan daya saing industri teh hitam Indonesia dapat dilakukan melalui peningkatan pengendalian mutu.

Salah satu industri teh hitam di Indonesia adalah perkebunan teh Wonosari yang berada di bawah naungan PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) XII (Persero) di kota Lawang, Jawa Timur. Perkebunan teh ini, menghasilkan produk berupa teh hitam yang diekspor ke berbagai negara seperti Eropa, Australia, Amerika, Timur Tengah dan Asia

Tenggara. Salah satu *Critical Control Point (CCP)* dalam proses produksi teh hitam yang mempengaruhi mutu teh hitam adalah proses pengeringan..

Six sigma dapat dianggap proses pengendalian mutu sebagai aplikasi lanjutan peningkatan mutu produk agar memberikan keuntungan yang lebih baik (Brue, 2006). Menurut Dewi (2012), perusahaan dituntut dapat memenuhi keinginan pelanggan untuk mempertahankan pelanggan, khususnya mutu produk. Oleh karena itu, analisis pengendalian mutu melalui pendekatan *six sigma* pada proses pengeringan teh hitam di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Wonosari Lawang telah dilakukan oleh Januar, dkk (2011) untuk mengetahui nilai *sigma* pada proses pengeringan teh hitam di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Wonosari Lawang dengan metode *six sigma*, dan mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan hasil proses pengeringan teh hitam yang menyimpang (cacat) di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Wonosari Lawang.

Pada penelitian ini, *Intepretative Structural Modeling (ISM)* digunakan untuk menjelaskan hubungan antar faktor-faktor yang terkait dengan penyebab penyimpangan (cacat) hasil proses pengeringan teh hitam di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Wonosari Lawang. *ISM* merupakan metode yang dapat diterapkan pada sebuah sistem agar dapat lebih memahami hubungan langsung dan hubungan tidak langsung antara komponen dalam sistem (Gorvett dan Liu, 2006). Sahney (2008) menggunakan *ISM* untuk memprioritaskan indikator kinerja kritis terhadap kesuksesan *online retail* secara kualitatif. *ISM* juga digunakan Talib, dkk (2011) untuk menunjukkan model berdasarkan hirarki dan hubungan antar pelaksanaan *Total Quality Management (TQM)*. Pendekatan *ISM* juga digunakan oleh Zandhessami, dkk (2013) untuk menunjukkan pengaruh mutu pada *agility* organisasi Industri.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif, yaitu penelitian yang memberikan pemecahan masalah berdasarkan data yang meliputi penyajian, penganalisaan, dan pengintegrasian data. Penelitian dilakukan di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero), Wonosari, Lawang. Tahapan penelitian meliputi: Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa cara, yaitu: (1) Observasi lapangan, yakni melihat secara langsung kegiatan-kegiatan dalam rantai pasok, (2) Studi pustaka dengan cara menggali informasi yang terkait dengan penelitian melalui hasil penelitian sebelumnya, buku, internet, dan lain-lain; (3) Wawancara mendalam yang dilakukan untuk memperoleh informasi yang lebih menyeluruh tentang proses produksi teh hitam, khususnya proses pengeringan; dan (4) Menggali pendapat pakar mengenai hubungan antar faktor-faktor penyebab penyimpangan (cacat) hasil proses pengeringan teh hitam dengan cara memberikan kuesioner untuk analisis *ISM*.

Secara ringkas, langkah penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Deskripsi proses produksi teh hitam di di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero), Wonosari, Lawang
Berdasarkan observasi lapangan, studi pustaka, dan informasi yang diperoleh melalui wawancara mendalam diperoleh Gambaran mengenai proses produksi teh hitam dan penyimpangan proses produksi yang terjadi di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero), Wonosari, Lawang.
2. Identifikasi faktor-faktor penyebab penyimpangan (cacat) hasil proses pengeringan teh hitam
Data faktor-faktor penyebab penyimpangan (cacat) hasil proses pengeringan teh hitam diperoleh melalui studi pustaka dan pendapat pakar yang merupakan orang yang mempunyai pengalaman dalam proses produksi teh hitam. Metode pemilihan pakar sebagai responden pada penelitian ini adalah *purposive sampling*. Pakar yang dipilih merupakan wakil dari setiap anggota rantai pasok
3. Analisis keterkaitan antar faktor-faktor penyebab penyimpangan (cacat) hasil proses pengeringan teh hitam dianalisis dengan menggunakan metode *ISM*.

ISM dibuat dengan tujuan untuk memahami perilaku sistem secara utuh setelah dilakukan identifikasi hubungan antar elemen sistem dalam tiap elemen sistem (Eriyatno, 2003). Langkah – langkah analisis keterkaitan antar faktor-faktor penyebab

penyimpangan (cacat) hasil proses pengeringan teh hitam sebagai elemen sistem dengan menggunakan *ISM* adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan elemen penyebab penyimpangan (cacat) hasil proses pengeringan teh hitam yang diperoleh dari para pakar
2. Analisis hubungan kontekstual bahwa satu elemen (elemen i) mendukung keberadaan elemen lain (elemen j). Hubungan kontekstual antar elemen i dan j ini diperoleh dari para pakar yang memberikan pendapatnya melalui pengisian kuesioner dengan simbol sebagai berikut:
 V: elemen i mendukung keberadaan elemen j, tetapi tidak sebaliknya
 A: elemen j mendukung keberadaan elemen i, tetapi tidak sebaliknya
 X: elemen i dan elemen j saling mendukung keberadaannya
 O: elemen i dan elemen j tidak saling berhubungan
Structural Self Interaction Matrix (SSIM) kemudian dibuat berdasarkan hubungan kontekstual yang diperoleh dari para pakar tersebut
3. *SSIM* ditransformasikan ke dalam bentuk matriks biner yang disebut matriks *reachability* awal dengan cara menggantikan V, A, X, O dengan angka 0 dan 1 sesuai peraturan sebagai berikut:
 Jika elemen (i,j) pada *SSIM* diisi V, maka elemen (i,j) pada matriks *reachability* menjadi 1 dan elemen (j,i) pada matriks *reachability* menjadi 0
 Jika elemen (i,j) pada *SSIM* diisi A, maka elemen (i,j) pada matriks *reachability* menjadi 0 dan elemen (j,i) pada matriks *reachability* menjadi 1
 Jika elemen (i,j) pada *SSIM* diisi X, maka elemen (i,j) pada matriks *reachability* menjadi 1 dan elemen (j,i) pada matriks *reachability* menjadi 1
 Jika elemen (i,j) pada *SSIM* diisi O, maka elemen (i,j) pada matriks *reachability* menjadi 0 dan elemen (j,i) pada matriks *reachability* menjadi 0
 Transitivitas hubungan kontekstual tersebut kemudian diperiksa (jika elemen i mendukung keberadaan elemen j dan elemen j mendukung keberadaan elemen k, maka elemen i seharusnya mendukung elemen k) untuk memperoleh matriks *reachability* akhir. Pada matriks akhir tersebut, kekuatan penggerak elemen ditunjukkan melalui penjumlahan elemen (i,j) pada tiap baris dan keterkaitan antar elemen ditunjukkan melalui penjumlahan elemen (j,i) pada tiap kolom
4. Kelompok *reachability* kelompok *antecedent* untuk setiap elemen diperoleh dari matriks *reachability* akhir. Kelompok *reachability* mencakup satu elemen dan elemen lain yang mungkin keberadaannya didukung oleh satu elemen tersebut. Kelompok *antecedent* mencakup satu elemen dan elemen lain yang mendukung keberadaan satu elemen tersebut. Perpotongan antara kedua kelompok tersebut kemudian diturunkan untuk seluruh elemen. Elemen dengan *reachability* dan perpotongan yang sama merupakan tingkat atas pada hirarki *ISM*
 Elemen tingkat atas dalam hirarki tidak akan mendukung keberadaan elemen lain di tingkat atasnya. Elemen dipisahkan dari elemen lain setelah elemen tingkat atas teridentifikasi. Proses yang sama kemudian diulang untuk memperoleh elemen lain pada tingkat berikutnya
5. Model struktural dapat dibuat dari matriks akhir *reachability*. Jika terdapat hubungan antar elemen i dan j, maka anak panah dibuat dengan dari elemen i ke elemen j. Gambar ini disebut *directed graph (digraph)*. Setelah transitivitas dihilangkan, *digraph* dikonversikan ke dalam model berdasarkan *ISM*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Perusahaan dan Proses Produksi Teh Hitam di PTPN XII (Persero) Wonosari Lawang

PT. Perkebunan Nusantara (Persero) XII merupakan perusahaan yang mempunyai perkebunan teh di daerah Wonosari dan Gebug Lor. Pada awalnya perkebunan tersebut dikelola oleh pemerintah Hindia-Belanda, Tahun 1875 perkebunan ini dibuka oleh NV. Cultuur Maatschappy. Setelah Indonesia lepas dari penjajahan Jepang pada tahun 1945, perkebunan ini diambil alih oleh Negara dan diganti nama menjadi Pusat Perkebunan Negara (PPN). Pada tahun 1972 PNP XXIII berganti nama menjadi PT. Perkebunan XII (Persero) kemudian berganti ke PTPN XII (Persero) hingga pada

tahun 1996 sampai sekarang. Perusahaan ini melakukan produksi sesuai dengan bahan baku daun teh yang tersedia. Produksi teh hitam di PTPN XII (Persero) Wonosari Lawang pada tahun 2012 ditunjukkan pada Gambar 1.



Sumber: Januar, dkk (2012)

Gambar 1. Produksi teh hitam di PTPN XII (Persero) Wonosari Lawang pada tahun 2012

Teh yang diproduksi di di PTPN XII (Persero) Wonosari Lawang adalah teh hitam *CTC* (*Crushing, Tearing, Curling*). Teh hitam dibuat melalui oksidasi katekin dalam daun segar dengan katalis polifenol oksidase atau disebut dengan fermentasi. Proses fermentasi ini dihasilkan dalam oksidasi polifenol sederhana, yaitu katekin teh diubah menjadi ciri khas teh hitam, yaitu berwarna, kuat dan berasa tajam. Serikat mengkonsumsi teh hitam. (Dewi, 2008). Pengolahan teh hitam sistem *CTC* bermula di India, *CTC* merupakan singkatan dari *Crushing, Tearing* dan *Curling* yang prosesnya terjadi secara serempak dalam satu kali putaran dari sepasang roll dalam proses penggilingan daun. Pengolahan sistem *CTC* dapat menghancurkan hampir semua sel daun (pucuk) teh sehingga proses fermentasi dapat berjalan dengan merata pada bubuk basah (Setyamidjaja, 2008).

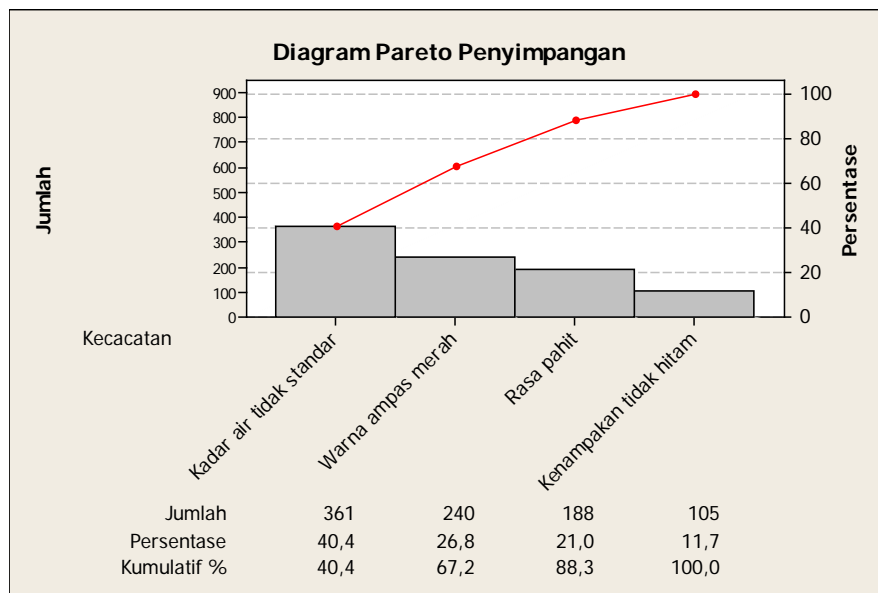
Pada dasarnya ada beberapa tahap proses pengolahan teh yang dilakukan, yaitu (Januar, 2012): (1)Pelayuan yang dilakukan dengan cara mengalirkan sejumlah udara bersuhu 80°C-100°C selama 12-18 jam secara berkesinambungan ke dalam alat *Withering Trough* dengan tujuan menurunkan kadar air 68-71% agar membuat daun teh lemas sehingga memudahkan proses selanjutnya, yaitu proses penggilingan; (2)Proses penggilingan untuk the hitam *CTC* merupakan proses penghancuran (*crushing*), penyobekan (*tearing*), dan penggulungan (*curling*) pucuk yang bertujuan untuk membentuk pucuk teh sesuai jenis yang dikehendaki serta memecah sel-sel daun teh sehingga enzim yang terdapat pada teh (terutama enzim polifenol) dapat keluar dan tercampur sehingga mempercepat untuk dilakukan proses fermentasi/oksidasi enzimatik; (3)Oksidasi enzimatik (fermentasi) yang dilakukan selama 80-90 menit pada mesin fermentasi pada suhu ruang 21-26°C dan kelembaban udara dikontrol antara 90-95% dengan tujuan membentuk warna, aroma, dan rasa yang sesuai dengan standar yang diinginkan; (4)Pengeringan yang dilakukan dilakukan pada mesin *Fluid Bed Dryer (FBD)* selama 18-20 menit dengan suhu *inlet* 110-120°C sedangkan suhu *outlet* 90-100°C yang bertujuan untuk menurunkan kadar air bubuk teh mencapai 2,5-4% serta menghentikan proses oksidasi polifenol teh pada saat hasil antara oksidasi maupun produk akhir oksidasi berada dalamimbangan tertentu yang memberikan mutu teh yang baik;(5)Sortasi kering merupakan kegiatan memisahkan, menyeragamkan ukuran dan menggolongkan teh hitam serbuk kering dalam *grade* tertentu dengan tujuan agar ukuran

dan warna seragam, bersih dari benda asing seperti debu maupun benda lainnya; (6) Pengemasan yang merupakan upaya memberikan wadah menggunakan plastik, kantong kertas lapis dan peti kayu lapis bagi produk teh hitam yang akan diekspor agar memudahkan pengiriman produk tersebut kepada konsumen serta melindungi produk teh hitam dari kerusakan, memudahkan pengangkutan, efisien dalam penyimpanan di gudang.

Pada titik kendali kritis proses produksi di PTPN XII Wonosari Lawang diketahui bahwa terdapat beberapa penyimpangan yang dapat memberikan dampak negatif pada keseluruhan proses produksi. Menurut Januar, dkk (2012), penyimpangan pada titik kendali kritis berada pada proses pengeringan. Mesin yang digunakan pada proses pengeringan adalah *Vibro Fluid Bed Dreyer (VFBD) Kilburn*. Persiapan pengeringan dilakukan dengan menyalakan tungku ±60 menit sebelum proses pengeringan bubuk teh lalu *blower* dihidupkan 5 menit setelah tungku menyala. *VFBD Kilburn* mempunyai kapasitas 1400 kg dan berdaya 1.5 KVA/2 HP. Pada proses pengeringan ini kinerja manusia sangat dibutuhkan mengingat mesin *VFBD* merupakan mesin semi otomatis. Bahan bakar yang digunakan adalah kayu sehingga diperlukan tenaga pekerja untuk memasukkan kayu tersebut ke tempat pembakaran. Pekerja dituntut untuk selalu mengawasi tungku pembakaran pada mesin *VFBD* agar suhu *inlet* dan *outlet* pada mesin sesuai yang diharapkan.

Pengukuran Kapabilitas Proses Pengeringan dengan Metode Six Sigma

Persentase penyimpangan pada proses pengeringan dapat dilihat dalam diagram pareto pada Gambar 2. Pada penyimpangan yang terjadi di proses pengeringan terdapat 4 faktor yang dapat dianalisis. Jenis penyimpangan yang terjadi yaitu kadar air yang tidak memenuhi standar sebanyak 361 sampel, warna ampas merah sebesar 240 sampel, rasa pahit pada seduhan teh sebesar 188 sampel dan kenampakan tidak hitam sebesar 105 sampel. Berdasarkan hal tersebut maka permasalahan utama yang harus diperbaiki adalah kadar air yang tidak standar. Perusahaan memiliki batas spesifikasi/indikator nilai kadar air serbuk teh antara 2.5–4% sehingga jika kurang maupun melebihi dari nilai tersebut dapat dikatakan terjadi penyimpangan. Kadar air yang tidak standar memiliki persentase penyimpangan tertinggi pada proses pengeringan. Kadar air ini merupakan fokus masalah yang akan dianalisis lebih lanjut sehingga diharapkan dapat memperbaiki proses pengeringan.



Sumber: Januar, dkk (2012)

Gambar 2. Diagram Pareto penyimpangan pada proses pengeringan

Menurut Rahardjo dan Aysia (2003), pada filosofi *six sigma* sistem mutu dapat ditingkatkan melalui peningkatan mutu dengan penentuan *level sigma*. Oleh karena itu

pengendalian mutu proses pada stasiun pengeringan teh hitam dilakukan dengan menggunakan *six sigma*. Berdasarkan hasil pengukuran pada tahapan metode *six sigma* yang telah dilakukan oleh Januar, dkk (2012) diperoleh nilai *DPMO* (*Defect per Million Opportunities*) yang tahapan pengukurannya ditunjukkan pada Tabel 1. *DPMO* diukur untuk mengetahui seberapa banyak penyimpangan kadar air pada proses pengeringan yang terjadi. Pengukuran ini dilakukan pada jangka waktu pendek (dalam rentang waktu sekali proses produksi) dan jangka waktu panjang (dalam rentang waktu melebihi sekali proses produksi). Nilai *DPMO* yang diperoleh untuk jangka pendek dan jangka panjang adalah 224400 sampel dan 234600 sampel. Nilai batas atas, batas bawah, dan target merupakan ketetapan dari perusahaan. Nilai Hasil konversi *DPMO* ke dalam nilai *sigma* sebesar 2,25 dan 2,22. Menurut Gasperzs (2007), rata-rata industri di Indonesia mempunyai kapabilitas dengan nilai *sigma* sebesar 2,00, sedangkan industri di Amerika dan industri kelas dunia mempunyai kapabilitas dengan nilai *sigma* sebesar 4,00 dan 6,00 *sigma*. Nilai tersebut mengindikasikan bahwa perlunya perbaikan secara berlanjut untuk mencapai kapabilitas proses yang tertinggi.

Pada pengukuran kapabilitas proses terdapat beberapa indeks yang digunakan yaitu: (1) Indeks kapabilitas jangka pendek (*short term*) yang terdiri dari indeks proses dalam keadaan stabil (C_p), proses tidak dalam keadaan stabil (C_{pk}), dan indeks kemampuan teknologi (manusia, peralatan dan lain-lain) dalam menghasilkan produk yang berkualitas (Z_{st}); (2) Indeks kapabilitas jangka panjang (*long term*) yang terdiri dari indeks proses dalam keadaan stabil (P_p), indeks proses tidak dalam keadaan stabil (P_{pk}), dan indeks kemampuan teknologi dalam menghasilkan produk tanpa batas spesifikasi (Z_{lt}). Menurut Hendradi (2006), kapabilitas suatu proses menggambarkan seberapa seragam proses tersebut. Grafik kapabilitas proses pengeringan dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 1. Tahap Pengukuran Nilai *DPMO* serta Nilai *Sigma* Kapabilitas Proses Jangka Pendek dan Jangka Panjang

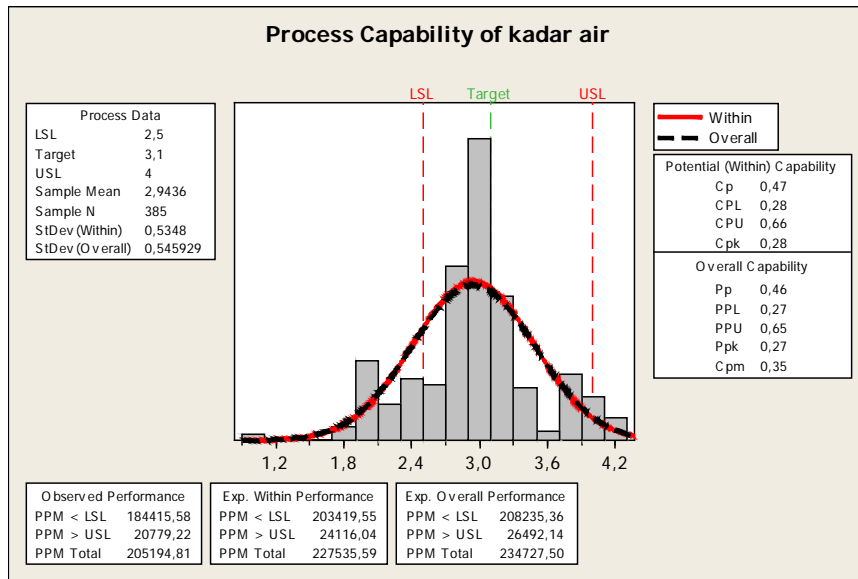
Langkah	Tindakan	Hasil Perhitungan	
		Jangka Pendek	Jangka Panjang
1	Proses apa yang diketahui	Proses Pengeringan	
2	Tentukan nilai batas spesifikasi atas	4	4
3	Tentukan nilai batas spesifikasi bawah	2,5	2,5
4	Tentukan nilai spesifikasi target	3,1	3,1
5	Berapa nilai rata-rata proses	2,94636	2,9436
6	Berapa nilai standar deviasi proses	0,5348	0,5592
7	Hitung kemungkinan penyimpangan yang berada di atas nilai batas atas per satu juta kesempatan	200.500	209.000
8	Hitung kemungkinan penyimpangan yang berada di bawah nilai batas bawah per satu juta kesempatan	23.900	25.600
9	Kemungkinan penyimpangan per satu juta kesempatan yang dihasilkan proses	224.400	234.600
10	Konversi <i>DPMO</i> ke dalam nilai sigma	2,25	2,22

Sumber: Januar, dkk (2012)

Hasil pengukuran diperoleh indeks C_p sebesar 0,47, C_{pk} sebesar 0,28, dan Z_{st} sebesar 0,84. Hal ini menunjukkan kapabilitas proses pengeringan ditinjau dari kadar air mempunyai nilai yang cukup jauh dari standar *six sigma* sehingga dikatakan buruk (Januar, dkk, 2012). Menurut Breyfogle (2006), nilai standar *sigma* yaitu $C_p=2$, $C_{pk}=1,5$ dan $Z_{st}=4,5$. Untuk kapabilitas proses jangka panjang, indeks yang diperoleh adalah P_p sebesar 0,46, P_{pk} sebesar 0,27, dan Z_{lt} sebesar 0,81 (Januar, dkk, 2012). Hasil yang diperoleh tersebut lebih kecil daripada target *six sigma* yaitu nilai $P_{pk} \geq 1,5$ dan $Z_{lt} \geq 4,5$ sehingga dianggap masih kurang dari standar (Sukardi, 2011).

Berdasarkan nilai Z_{st} dan Z_{lt} dapat dihitung nilai Z_{shift} yang memberikan penjelasan kemampuan proses yang digunakan untuk mengontrol teknologi. Nilai Z_{shift} yang diperoleh pada proses pengeringan di PTPN XII Wonosari Lawang adalah sebesar 0,03

(Januar, dkk, 2012). Menurut Sukardi (2011), nilai Z_{shift} tersebut menunjukkan bahwa kemampuan mengendalikan (*control*) terhadap kapabilitas proses cukup efektif karena tidak melebihi 4,5 dan kurang dari 1,5.



Sumber: Januar, dkk (2012)

Gambar 3. Kapabilitas proses pengeringan

Faktor – Faktor Penyebab Penyimpangan pada Proses Pengeringan

Proses pengeringan yang tidak berjalan sesuai standar menyebabkan kadar air bubuk the tidak sesuai standar. Faktor-faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan yang diperoleh dari hasil identifikasi proses pengeringan, beberapa pustaka, dan pendapat pakar, yaitu: (1)Perawatan mesin pengering tidak teratur; (2)Kurang pengawasan dan pengendalian tungku pembakaran pada proses pengeringan; (3)Karyawan tidak melakukan *Standard Operational Procedure*; (4)Ruang pengeringan tidak nyaman (panas); (5)*Skill* dan pengetahuan karyawan yang kurang.

Hubungan antar faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan di PTPN XII Wonosari Lawang diperoleh dari kumpulan pendapat para ahli. *SSIM* awal (Tabel 2) kemudian disusun berdasarkan hubungan antar faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan tersebut. *Reachability Matrix* yang diperoleh berdasarkan *SSIM* kemudian direvisi menurut aturan *transitivity*. Intepretasi *Reachability Matrix* akhir untuk faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan ditunjukkan pada Tabel 4, sedangkan diagram model struktural faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan ditunjukkan pada Gambar 4. Matriks *DP-D* faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan kemudian dapat dibuat berdasarkan *Driver Power (DP)* dan *Dependence (D)*. Matriks tersebut ditunjukkan pada Gambar 5.

Tabel 2. *SSIM* Awal untuk Faktor Penyebab Penyimpangan pada Proses Pengeringan

i \ j.	1	2	3	4	5
1		O	A	O	A
2			A	A	A
3				A	A
4					O
5					

Tabel 3. *Reachability Matrix* untuk Faktor Penyebab Penyimpangan pada Proses Pengeringan

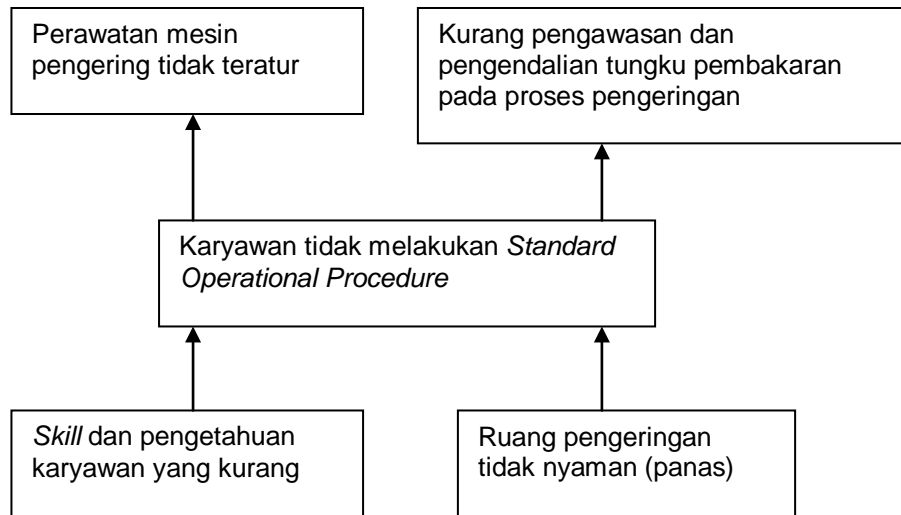
i \ j	1	2	3	4	5
1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	1	1	1	0	0
4	0	1	1	1	0
5	1	1	1	0	1

Tabel 4. Interpretasi *Reachability Matrix* Akhir untuk Faktor Penyebab Penyimpangan pada Proses Pengeringan

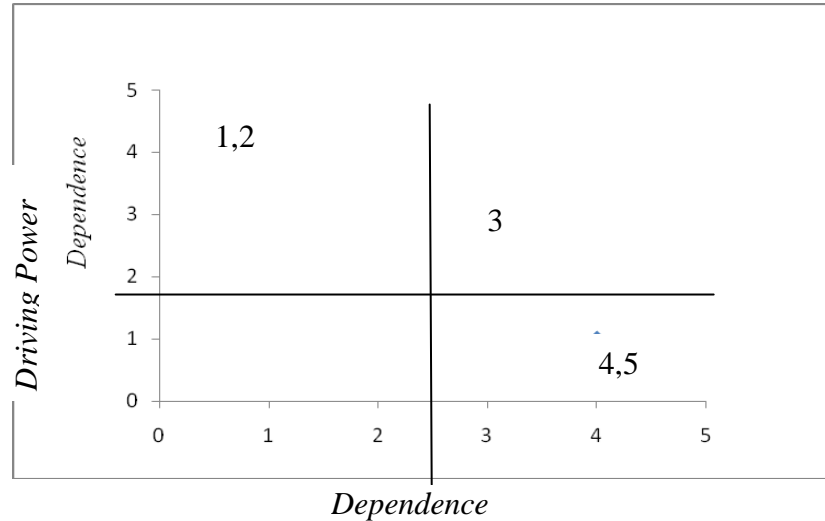
i \ j	1	2	3	4	5	DP	R
1	1	0	0	0	0	1	3
2	0	1	0	0	0	1	3
3	1	1	1	0	0	3	2
4	1	1	1	1	0	4	1
5	1	1	1	0	1	4	1
D	4	4	3	1	1		
R	1	1	2	3	3		

Keterangan:

DP: Driver Power D: Dependence R: Rank



Gambar 4. Diagram model struktural faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan



Gambar 5. Matriks DP-D faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan

Keterangan: I : *Autonomous* II : *Dependent*
 III : *Linkage* IV : *Independent*

Diagram struktural faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan menunjukkan bahwa ruang pengeringan yang tidak nyaman (panas) serta *skill* dan pengetahuan karyawan yang kurang akan mendukung timbulnya penyebab yang lain penyimpangan pada proses pengeringan, yaitu untuk memenuhi kebutuhan sumberdaya manusia yang berkualitas dalam rantai pasok tersebut. Karyawan tidak melakukan *Standard Operational Procedure*

Ruang pengeringan yang tidak nyaman (panas) serta *skill* dan pengetahuan karyawan yang kurang mempunyai daya gerak yang besar untuk menimbulkan faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan. Kedua faktor tersebut mempunyai ketergantungan yang lemah terhadap faktor lain. Hal ini ditunjukkan pada matriks DP-D faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan. Dengan daya gerak yang besar dan ketergantungan terhadap sistem yang lemah, maka ruang pengeringan yang tidak nyaman (panas) serta *skill* dan pengetahuan karyawan yang kurang merupakan kebutuhan yang diutamakan untuk dikendalikan.

Karyawan tidak melakukan *Standard Operational Procedure* merupakan faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan yang mempunyai penggerak dan ketergantungan yang besar. Perubahan faktor tersebut dapat mempengaruhi perubahan faktor lain. Karyawan yang cenderung tidak melakukan *Standard Operational Procedure* menyebabkan perawatan mesin pengering tidak teratur serta kurang pengawasan dan pengendalian tungku pembakaran pada proses pengeringan. Karena mempunyai ketergantungan yang besar, *skill* dan pengetahuan karyawan yang kurang menyebabkan karyawan tidak melakukan *Standard Operational Procedure* sehingga perawatan mesin pengering tidak teratur. Ruang pengeringan yang tidak nyaman (panas) juga menyebabkan karyawan tidak melakukan *Standard Operational Procedure* sehingga kurang dilakukan pengawasan dan pengendalian tungku pembakaran pada proses pengeringan.

Perawatan mesin pengering tidak teratur serta kurang pengawasan dan pengendalian tungku pembakaran pada proses pengeringan merupakan faktor penyebab penyimpangan pada proses pengeringan yang tergantung pada faktor lain dan mempunyai kekuatan penggerak yang lemah. Hal ini menunjukkan bahwa kedua faktor tersebut dapat muncul jika faktor penyebabnya juga muncul serta kedua faktor tersebut tidak akan menyebabkan timbulnya faktor lain penyebab penyimpangan pada proses pengeringan

Pengawasan dan pengendalian tungku pembakaran pada proses pengeringan (waktu pemasukan kayu bakar dan penumpukan kayu bakar) perlu dilakukan agar mesin

VFBD (Vibro Fluid Bed Dryer) bekerja dengan baik, tetapi hal ini tidak dilakukan dengan baik oleh karyawan di bagian proses pengeringan karena kelelahan pekerja di bagian tersebut. Pembakaran kayu memerlukan pengawasan dan pengendalian dalam prosesnya. Proses pembakaran kayu akan baik jika memasukkan kedalam tungku pembakaran tepat. Kelembaban dari kayu juga menjadi faktor penting dalam proses pembakaran (Chung, 2007). Pekerja dapat mengalami kelelahan dikarenakan kondisi di ruang proses pengeringan dirasa kurang nyaman, yaitu suhu ruangan 27-30°C dan ventilasi udara yang kurang sehingga karyawan cenderung untuk tidak berada di dalam ruang tersebut terlalu lama. Pada bagian pengeringan jumlah luas lantai sebesar 388,57 m² dengan luas lubang ventilasi hanya sebesar 24 m². Menurut Widjaya (2005), kenyamanan suhu pekerja harus dipertimbangkan, pemerataan angin harus dipilih secara cermat dan pasokan suhu udara yang mengenai pekerja. Solusi yang dapat dilakukan adalah menyediakan pasokan suhu udara melalui ventilasi yang cukup untuk pekerja agar nyaman dalam bekerja. Menurut Tarwaka (2004), kelelahan menunjukkan kondisi yang berbeda-beda dari setiap individu, tetapi semuanya bermuara pada kehilangan efisiensi dan penurunan kapasitas kerja serta ketahanan tubuh.

Mesin *VFBD* merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap penyimpangan kadar air. Berdasarkan kondisi di perusahaan PT. Perkebunan Nusantara XII Wonosari Lawang bahwa kerusakan mesin tersebut dapat terjadi akibat perawatan mesin yang kurang intensif (jarang dilakukan pengecekan komponen saat akan digunakan). Beberapa kendala sering terjadi pada elektromotor di *cyclone* sehingga tidak dapat menyerap air secara sempurna pada bubuk teh. Hal ini menyebabkan komponen mesin mudah aus dan kerusakan mesin secara tiba-tiba dapat terjadi sehingga proses produksi harus dihentikan sementara. Pemeliharaan mesin yang baik pada mesin *VFBD* (dilakukan secara teratur dan pengoperasiannya sesuai dengan *Standard Operational Procedure*) dapat memperbaiki proses pengeringan sehingga kadar air yang sudah ditentukan dapat tercapai serta kemungkinan komponen aus dapat diminimalisir dan dapat mengurangi ongkos kerusakan mesin. *Skill* dan pengetahuan karyawan yang kurang dalam proses pengeringan menyebabkan karyawan menganggap bahwa proses pengeringan tetap dapat berjalan dengan baik jika mereka melakukan prosesnya tanpa mengikuti *Standard Operational Procedure*. Menurut Rivai (2009), seseorang sepatutnya memiliki derajat kesediaan dan tingkat kemampuan tertentu untuk menyelesaikan tugas atau pekerjaan. Kesediaan dan ketrampilan seseorang tidak cukup efektif jika kurang pemahaman yang jelas tentang apa yang dikerjakan dan bagaimana mengerjakannya. Oleh karena itu pelatihan pada karyawan perlu ditingkatkan di PT. Perkebunan Nusantara XII Wonosari Lawang

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari analisa dan pembahasan maka dapat diketahui bahwa untuk meningkatkan mutu teh hitam agar dapat bersaing dengan teh hitam dari negara lain, maka perlu dikendalikan proses yang merupakan titik kritis pengendalian mutunya. Titik kendali kritis proses produksi teh hitam di PTPN XII Wonosari Lawang adalah proses pengeringan.

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa faktor penyebab penyimpangan proses pengeringan adalah perawatan mesin pengering tidak teratur, kurang pengawasan dan pengendalian tungku pembakaran pada proses pengeringan, karyawan tidak melakukan *Standard Operational Procedure*, ruang pengeringan tidak nyaman (panas), serta *skill* dan pengetahuan karyawan yang kurang. Berdasarkan analisis *ISM* faktor penyebab penyimpangan proses pengeringan yang paling awal harus diperbaiki / dikendalikan di PTPN XII Wonosari Lawang adalah ruang pengeringan yang tidak nyaman (panas) serta *skill* dan pengetahuan karyawan yang kurang

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2013. Statistik Teh Indonesia. BPS Indonesia.

- Breyfogle, F.W. 2003. Implementation Six Sigma, Smart Solutions Using Statistical Methods. John Willey & Sons, Inc. New Jersey. p. 256-259.
- Brue, G. 2006. Six Sigma for Small Business. Entrepreneur Media. Madison. p.21.
- Chung, Y. J., dan Spearpoint, M. 2007. Combustion Properties of Native Korean Wood Species. International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes 9(3): 118-125.
- Dewi, K. S. 2012. Minmasi Defect Produk dengan Konsep Six Sigma. Jurnal Teknik Industri 13(1): 43-50.
- Dewi, K. 2008. Pengaruh Ekstrak Teh Hijau (*Camelia Sinensis* var. *Assamica*) terhadap Penurunan Berat Badan, Kadar Trigliserida, dan Kolesterol Total pada Tikus Jantan Galur Wista. Jurnal Kesehatan Masyarakat 7(2):155-162.
- Eriyatno. 2003. Ilmu Sistem, Meningkatkan Mutu dan Efektivitas Manajemen, Jilid 1. IPB Press, Bogor, hal. 100-116
- Gaspersz, V. 2007. Lean Six Sigma for Manufacturing and Service Industries. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. Hal. 231.
- Gorvett, R. dan Liu, N., 2006, Interpretive Structural Modeling of Interactive Risks, Enterprise Risk Management Symposium, Society of Actuaries. April 23-26, 2006. Chicago, IL, hal. 2
- Hendradi, T. C. 2006. Statistik Six Sigma dengan Minitab Panduan Cerdas Inisiatif Mutu. ANDI. Yogyakarta. Hal 34-42.
- Indonesia Investment. 2013. Indonesia Ranking 8 Produsen Teh Dunia Dinas Perkebunan Provinsi Jawa Barat.
- Januar, M., Astuti, R., dan Iksarai, D. M. 2012. Analisis Pengendalian Kualitas pada Proses Pengeringan Teh Hitam dengan Metode Six Sigma (Studi Kasus di PT. Perkebunan Nusantara XII (Persero) Wonosari, Lawang). Skripsi. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Sahney, S. 2008. Critical Success Factor in Online Retail-An Application Quality Function Deployment and Interpretive Structural Modelling. International Journal of Business Information. 3(1):144-163.
- Setyamidjaja, D. 2008. Teh Budidaya dan Pengolahan Pasca Panen Edisi 6. Kanisius. Yogyakarta. Hal 133-145.
- Sukardi, E. U. dan Astuti, D. A. 2011. Aplikasi *Six Sigma* pada Pengujian Mutu Produk di UKM Keripik Apel Tinjauan dari Aspek Proses. Jurnal Teknologi Pertanian 12(1):3-5.
- Talib, F., Rahman, Z., dan Qureshi, M.N. 2011. An Interpretive Structural Modelling Approach for Modelling the Practices of Total Quality Management in Service Sector. International Journal Modelling in Operation Management. 1(3):223-250.
- Tarwaka. 2004. Ergonomi Untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. UNIBA PRESS. Cetakan Pertama. Surakarta. Hal 18-22.
- Rahardjo, J., dan Aysia, D. A. Y. 2003. Peningkatan Mutu Melalui Implentasi Filosofi *Six Sigma*. Jurnal Teknik Industri 5 (2): 101-110.
- Rivai, V. 2009. Manajemen SDM untuk Perusahaan : Dari Teori ke Praktek. Rajawali Pers. Jakarta. Hal 220.
- Widjaja, A. C. Dan Suyono, J.K. 2005. Buku Saku Kesehatan Kerja, E/3. Buku Kedokteran EGC. Jakarta. Hal 204.
- Zandhessami, H., Tabriz, A. A., Hasanlo, S., dan Poloie, K. 2013. Presentation of the Influence of Quality on Industrial Organizations' Agility; An Interpretive –Structural Approach Modelling. Journal of Basic and Applied Scientific Reseach. 3(2):587-595.