

PENERAPAN *STATISTICAL QUALITY CONTROL* (SQC) PADA PENGOLAHAN KOPI ROBUSTA CARA SEMI BASAH

Application of Statistical Quality Control (SQC) on Robusta Coffee Processing Unit with Semi Wet Process

Andrew Setiawan Rusdianto¹⁾, Noer Novijanto¹⁾, Rosy Alihsany²⁾

¹⁾*Dosen Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UNEJ*

²⁾*Alumni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, UNEJ*

E-mail: andrew-sca@hotmail.com

ABSTRACT

PT. J.A. Wattie is local plantation which process robusta coffee in Jember. The main problem of Indonesian coffee is quality, which can not fulfill the requirement of international market quality. The several factors that influence coffee quality are harvest, sanitation, production processes, place and equipment. Statistical quality control is method to control production process stability, where PT. J.A. Wattie did not apply in coffee production process. The objectives of this research are identify quality output at each stage of processes; observe the correlation of production process and coffee quality based on statistical quality control. Grading and hulling processes according to control chart showed that the process was under control because data plot to be present in interval upper and lower control limit. Pulping and washing processes were out of control because some data plot to be present in outside of upper control limit or lower control limit. Washing process showed other pattern because more than four (4) data make increasing or decreasing pattern. Increasing or decreasing patterns can be indicator of abnormality processes. Abnormality of washing and pulping processes were resulted from the pulper and washer. The rare maintenance of pulper and washer can be factor that makes abnormality process.

Keywords: coffee, robusta, quality, statistical quality control

PENDAHULUAN

Permasalahan yang dihadapi pada proses produksi kopi Indonesia adalah mutu dan prospek pemasaran kopi internasional yang kurang cerah. Rendahnya mutu produksi kopi robusta dapat disebabkan oleh minimnya sarana pengolahan, lemahnya pengawasan mutu pada seluruh tahapan proses pengolahan dan sistem tata niaga kopi yang tidak berorientasi pada mutu (Puslit Koka, 2007). Kesalahan paling fatal yang umum dilakukan para petani adalah pada fase pemetikan dan penanganan pasca panen, sehingga menghasilkan kopi dengan mutu rendah. Hampir semua sentra produksi kopi, petani memetik buah kopi sebelum usia

panen (petik hijau) dengan berbagai alasan seperti desakan kebutuhan hidup dan rawan pencurian. Proses penanganan pasca panen, yaitu penjemuran kopi dilakukan ditepi jalan atau tempat-tempat lain yang lapang dimana kondisi sanitasi tidak terkontrol, sehingga proses terjadinya kontaminasi oleh benda asing atau kotoran sangat besar peluangnya. Penjemuran yang dilakukan menggunakan tenaga sinar matahari mempunyai kelemahan yaitu sulit untuk mencapai kadar air maksimum yang diizinkan yaitu 12,5% (BSN, 1999), sehingga biji kopi sering ditemukan telah ditumbuhi jamur penyebab okratoksin. Penggunaan alat pengupas kopi yang digunakan umumnya adalah teknologi tepat guna dimana kelemahan dari alat tersebut

adalah menghasilkan banyak biji kopi yang pecah. Tempat penyimpanan yang tidak memenuhi syarat menyebabkan meningkatnya kadar air selama penyimpanan dan kontaminasi benda asing. Rendahnya produktifitas dan mutu kopi dapat ditingkatkan secara optimal dengan melakukan pengendalian mutu kopi pada tiap proses pengolahannya.

PT. J.A. Wattie Perkebunan Durjo Kabupaten Jember adalah salah satu perkebunan yang berusaha untuk meningkatkan produksi dan hasil kopi yang bermutu. Faktor mutu sangat dipengaruhi oleh pengolahan buah kopi robusta menjadi biji kopi robusta siap ekspor. Berdasarkan hasil studi pendahuluan, diketahui bahwa belum dilakukan suatu sistem kontrol kendali mutu secara statistik di PT. J.A. Wattie Perkebunan Durjo Kabupaten Jember, untuk itu perlu adanya suatu sistem kontrol kualitas atau kendali mutu.

Metode yang dapat diterapkan untuk pengendalian mutu pada tiap tahap prosesnya adalah menggunakan *Statistical Quality Control* (SQC). SQC merupakan suatu sistem yang dikembangkan untuk menjaga standar dari kualitas hasil produksi, pada tingkat biaya yang minimum dengan menggunakan metode statistik untuk mengumpulkan dan menganalisis data. *Statistical Quality Control* (SQC) merupakan salah satu alat pengendalian mutu yang telah digunakan oleh industri untuk melakukan pemantauan kinerja dari proses produksi. Kelebihan dari metode SQC adalah bekerja berdasarkan data/fakta yang obyektif dan bukan berdasarkan opini yang subyektif (Haming dan Nurnajamuddin, 2007). SQC manajemen dapat memantau kinerja mutu proses produksi yang terintegrasi mulai dari hulu/supplier/material mentah sampai dengan hilir/konsumen/produk jadi, sehingga keputusan yang diambil oleh manajemen benar-benar akurat berdasarkan analisa dan pengolahan dari berbagai data yang ada.

SQC mempunyai kemampuan menggambarkan ketidaknormalan proses, melihat pola kecenderungan peningkatan/penurunan proses, sehingga bisa diambil tindakan perbaikan bahkan tindakan pencegahan sebelum masalah tersebut benar-benar terjadi. SQC bisa langsung efektif bekerja pada area dimana suatu proses produksi itu berlangsung sehingga penyimpangan produk dapat dicegah sedini mungkin. Penggunaan metode SQC pada tiap proses pengolahan kopi robusta di PT. J.A. Wattie Perkebunan Durjo berfungsi untuk mengendalikan dan memonitor terjadinya penyimpangan mutu produk dan dapat mengenali penyebab keragaman sehingga dapat dilakukan perbaikan proses untuk mengatasi penyimpangan mutu tersebut.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi keluaran mutu pada tahap-tahap proses pengolahan biji kopi robusta (sortasi gelondong, puping, *washing*, dan *hulling*); melihat hubungan antara proses pengolahan kopi robusta (sortasi gelondong, *pulping*, *washing* dan *hulling*) dan kualitas kopi yang dihasilkan dengan *Statistical Quality Control* (SQC).

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Penelitian merupakan studi kasus mutu kopi yang diproduksi oleh PT. J.A Wattie Perkebunan Durjo, Kabupaten Jember. Tahapan penelitian meliputi pengambilan sampel/contoh Data diambil pada proses pengolahan yang berpengaruh langsung dan dianalisis secara berurutan dengan bagan kendali P untuk data atribut cacat yaitu pada bagian sortasi gelondong, *pulping*, *washing*, *hulling*. Analisa penentu cacat terbesar dilakukan menggunakan diagram pareto dan strategi perbaikan didapatkan menggunakan diagram tulang ikan.

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 bulan dari Maret sampai juni 2011 yang bertempat di PT. J.A Wattie Perkebunan Durjo, Kabupaten Jember dan Laboratorium Teknologi dan Manajemen Agroindustri, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Rancangan Percobaan

Data mutu gula kelapa kristal selanjutnya dianalisis menggunakan teknik pengendalian mutu statistik khususnya dengan metode bagan kendali, diagram pareto, diagram sebab akibat. Histogram merupakan diagram yang terdiri atas grafik balok dan menggambarkan penyebaran atau distribusi data.

Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah komputer, software Microsoft Excel, PASW Statistic, dan alat hitung. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data tentang proses pengolahan kopi robusta di PT. J. A. Wattie Perkebunan Durjo Kabupaten Jember.

Metode Analisis Data

Bagan kendali P

Data diambil dari beberapa proses pengolahan yang merupakan piranti yang berpengaruh langsung dan dianalisis secara berurutan dengan bagan kendali P untuk data atribut cacat. Penggunaan bagan kendali P terhadap jumlah cacat adalah sebagai berikut:

1. Menentukan ukuran contoh (k)
2. Menghitung nilai rata-rata produk yang cacat

$$\bar{p} = \frac{\text{Jumlah produk cacat (tidak memenuhi syarat)}}{\text{Jumlah produk yang digunakan (sampel)}}$$

3. Menghitung nilai simpangan baku

$$SP = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{k}}$$

4. Menghitung batas-batas kontrol

$$CL = \bar{p}$$

$$UCL = \bar{p} + 3SP$$

$$LCL = \bar{p} - 3SP$$

5. Membuat bagan kendali individual dengan cara memplotkan data individual dan dilakukan pengamatan terhadap data tersebut.

Diagram Pareto

Diagram Pareto adalah alat yang digunakan untuk membandingkan berbagai kategori kejadian yang disusun menurut ukurannya, dari yang paling besar disebelah kiri ke yang paling kecil disebelah kanan. Susunan tersebut akan membantu menentukan pentingnya atau prioritas kategori kejadian-kejadian atau sebab-sebab kejadian yang dikaji. Diagram pareto dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui cacat yang ada dan cacat yang sering terjadi pada kopi biji khususnya pada proses sortasi gelondong, *pulping*, *washing*, dan *hulling* sehingga dapat memusatkan perhatian pada faktor-faktor yang mempunyai dampak terbesar terhadap terjadinya cacat tersebut.

Diagram sebab akibat

Diagram sebab akibat digunakan untuk menganalisa persoalan dan faktor-faktor yang menyebabkan penyimpangan mutu (cacat) pada kopi biji. Langkah-langkah untuk membuat diagram sebab akibat adalah sebagai berikut:

1. mengidentifikasi masalah serta dibuat sebagai pengaruh tulang punggung,
2. mengidentifikasi kategori - kategori penyebab umum yang mungkin terjadi,
3. selanjutnya menambahkan cabang-cabang atau tulang-tulang pendukung kepada diagram yang menunjukkan penyebab khusus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

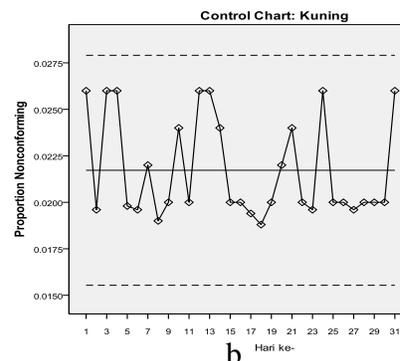
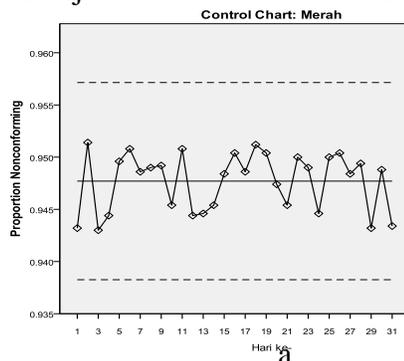
Kendali Proses Pengolahan secara Statistik

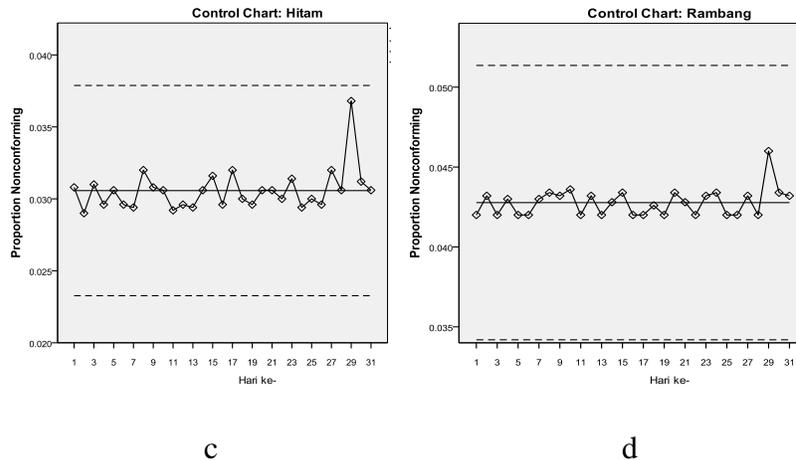
Pengendalian mutu menggunakan SQC (*Statistical Quality Control*) dilakukan pada tahapan proses sortasi gelondong, *pulping*, *washing*. Pengujian bertujuan untuk menentukan apakah proses berada pada peta kendali mutu atau tidak. Proses dikatakan berada dalam kendali mutu jika data-data proses pengolahannya berada pada batas-batas kendali statistik. Jika ada beberapa data yang berada di luar batas kendali mutu statistik, maka proses dikatakan tidak stabil atau berada di luar kendali mutu. Pemecahan masalah mengenai mutu tersebut terjadi jika factor-faktor penyebab cacat dapat dihilangkan sehingga sebaran data dapat berada di dalam batas kendali mutu (Irvan *et al.*, 2006).

Sortasi gelondong

Grafik kendali mutu dari hasil pengolahan data sortasi gelondong diperoleh nilai CL untuk proporsi biji merah adalah 0,95; UCL 0,96 dan LCL 0,94. Biji kuning diperoleh nilai CL sebesar 0,02 UCL 0,03 dan dan nilai LCL 0,01. Biji hitam diperoleh nilai CL sebesar 0,03 UCL 0,04 dan dan nilai LCL 0,02. Biji rambang diperoleh nilai CL sebesar 0,04 UCL 0,05 dan dan nilai LCL sebesar 0,03. Grafik kendali mutu proses sortasi biji gelondong disajikan pada **Gambar 2**. **Gambar 2a** menunjukkan bahwa hasil sortasi biji merah secara keseluruhan

berada dalam batas kendali karena variasi sampel biji kopi dari garis pusat (CL) tidak besar. **Gambar 2b** menunjukkan bahwa hasil sortasi untuk biji kuning terdapat beberapa titik yang mengalami pergeseran rata-rata proses secara tiba-tiba yaitu pada titik ke 25-29. Sejumlah titik berurutan yang berada pada satu sisi garis tengah biasanya merupakan indikasi bahwa rata-rata proses telah bergeser secara tiba-tiba (Lindsay dan Evans, 2007), dan ada beberapa titik yang mendekati UCL yang mengindikasikan tingginya cacat biji, penyebab adalah adanya operator baru, pengawas baru atau perubahan dalam persiapan atau metode. **Gambar 2c** terdapat satu titik yang mendekati UCL namun masih dikategorikan berada dalam batas kendali, dikatakan berada diluar kendali apabila ada dua atau lebih titik yang terletak diluar limit dua sigma dan **Gambar 2d** dijelaskan untuk sortasi biji rambang secara keseluruhan berada dalam batas kendali. **Gambar 2**. menunjukkan bahwa grafik hubungan antara biji baik (biji merah) berbanding terbalik dengan biji cacat (kuning, hitam dan rambang), bila titik pada biji merah berada diatas garis CL maka pada grafik biji cacat akan berada dibawah garis CL. Hal tersebut dikarenakan titik sampel berada di atas batas kendali atas pada biji cacat menunjukkan semakin banyak cacat, sedangkan pada grafik biji baik bila titik berada pada batas kendali atas maka menunjukkan biji semakin bagus begitu juga sebaliknya.



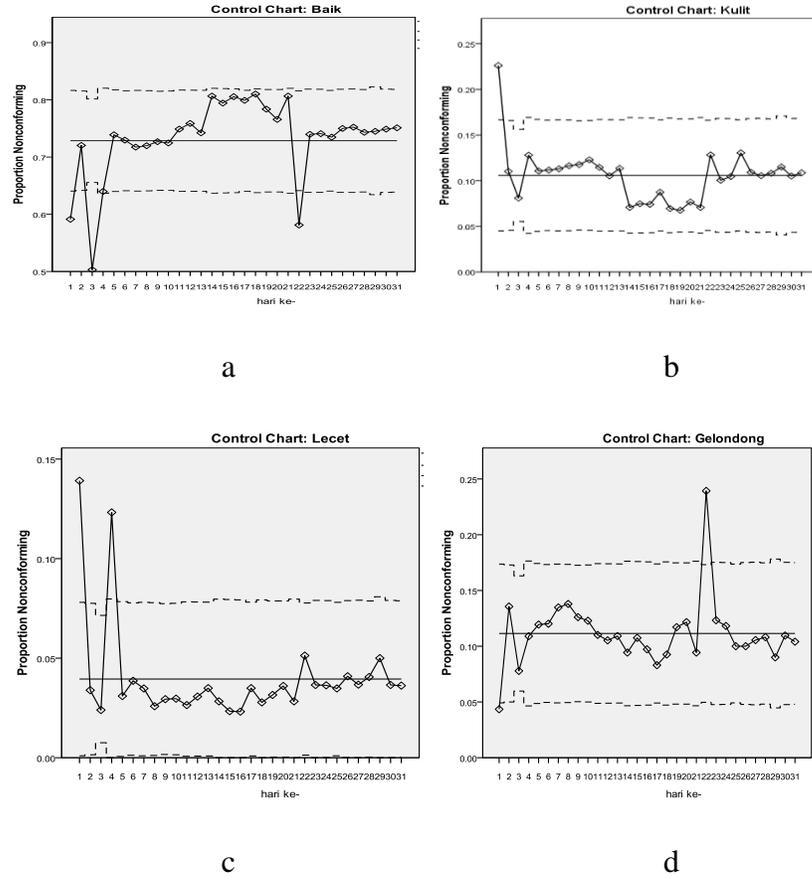


Gambar 2. Grafik sortasi gelondong (a) biji merah (b) biji kuning (c) biji hitam (d) biji rambang

Pulping

Grafik kendali mutu diperoleh nilai CL untuk proporsi biji baik adalah 0,73; UCL berkisar 0,82 dan LCL berkisar 0,64. Nilai CL untuk proporsi cacat kulit yang masih menempel pada buah kopi adalah 0,11; UCL berkisar 0,17 dan nilai LCL berkisar 0,04. Nilai CL untuk proporsi cacat biji lecet adalah 0,04; UCL berkisar 0,08 dan nilai LCL berkisar 0,00. Nilai CL untuk proporsi cacat biji gelondong sebesar 0,11; UCL berkisar 0,17 dan nilai LCL berkisar 0,05. Grafik proses *pulping* dapat dilihat pada **Gambar 3**. **Gambar 3** memperlihatkan bahwa proses *pulping* berada di luar batas kendali karena **Gambar 3a** terdapat tiga titik yang berada dibawah batas bawah (LCL). Proses dikatakan tidak terkendali bila terdapat satu atau lebih titik yang berada diluar batas atas atau batas bawah (Mitra, 1993). **Gambar 3b** memperlihatkan satu titik berada diluar batas atas serta terdapat 7 titik yang berurutan berada diatas/dibawah nilai CL. Apabila terdapat 7 atau 8 titik terletak diatas/dibawah nilai rata-rata maka dapat dikatakan kondisi diluar kendali. **Gambar 3c** memperlihatkan bahwa terdapat 2 titik diluar garis LCL dan juga terdapat 13 titik secara berurutan yang berada dibawah garis rata-rata. **Gambar 3d** memperlihatkan bahwa terdapat satu titik

diluar garis LCL dan satu titik yang berada diluar garis UCL. Bila terdapat satu titik yang berada diluar batas atas atau batas bawah maka proses dikatakan tidak terkendali. **Gambar 3** memperlihatkan bahwa terdapat keterkaitan antara grafik biji baik dan biji cacat (lecet, gelondong dan kulit), yaitu bila pada grafik biji baik terdapat titik yang melewati batas bawah maka kecenderungannya pada gambar grafik biji cacat (lecet, gelondong dan kulit) titik akan mengarah ke atas melewati batas atas. Salah satunya dapat dilihat pada sampel 1, titik pada biji baik berada di luar garis LCL sedangkan pada grafik biji cacat (kulit yang masih terikut dan biji lecet) titik berada diluar garis UCL. Hal itu membuktikan bahwa titik pada biji baik mengarah semakin kebawah maka proses dikatakan semakin buruk sedangkan bila grafik biji cacat mengarah keatas melebihi/mendekati garis batas atas maka nilai cacatnya akan semakin tinggi. Tidak terkendalinya proses *pulping* ini disebabkan karena kondisi mesin *vis pulper* kurang baik terutama pada pengaturan mesin selain itu juga dikarenakan bentuk biji buah kopi yang tidak seragam, sehingga bila biji buah kopi terlalu besar menyebabkan lecet pada biji buah kopi karena ukuran pengaturan mesin *vis pulper* yang tidak sesuai.

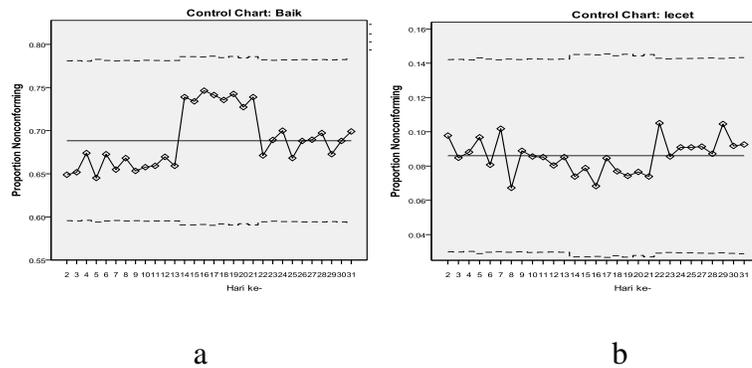


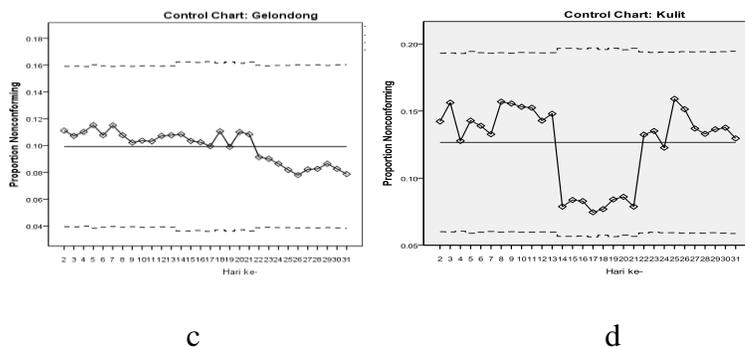
Gambar 3. Grafik proses *pulping* (a) biji baik (b) kulit yang masih terikut (c) biji lecet (d) biji gelondong

Washing

Bagan kendali proses *washing* menghasilkan nilai CL untuk proporsi biji baik adalah 0,69; UCL berkisar 0,78 dan LCL berkisar 0,69. Nilai CL untuk proporsi cacat biji lecet adalah 0,09; UCL berkisar 0,14 dan nilai LCL berkisar 0,03. Nilai CL

untuk proporsi cacat biji gelondong adalah 0,10; berkisar UCL 0,16 dan nilai LCL berkisar 0,04 . Nilai CL untuk proporsi cacat kulit yang masih menempel pada buah kopi adalah 0,13; UCL berkisar 0,19 dan nilai LCL 0,06. Grafik kendali mutu proses *washing* dapat dilihat pada **Gambar 4**.





Gambar 4. Grafik proses *washing* (a) biji baik (b) biji lecet (c) biji gelondong (d) kulit masih terikut

Gambar 4 menunjukkan bahwa secara keseluruhan tidak ada titik yang berada diluar batas kendali atas maupun batas kendali bawah namun terdapat banyak titik secara berurutan berada di atas maupun diluar garis rata-rata (CL). **Gambar 4a** memperlihatkan bahwa terdapat 12 titik yang berada dibawah garis CL kemudian terdapat 8 titik yang berada diatas garis CL. Mitra (1993) menyatakan bahwa jika terdapat 7 atau 8 titik terletak diatas/dibawah nilai rata-rata maka dapat dikatakan kondisi tidak terkendali, ini disebabkan karena mesin raung washer terkadang menghasilkan kondisi biji yang bagus dan terkadang menghasilkan biji yang cacat, sehingga terjadi ketidakstabilan proses. **Gambar 4b** memperlihatkan terdapat 7 titik yang berada di atas CL dan 8 titik dibawah CL. **Gambar 4c** dan **Gambar 4d** memperlihatkan data bahwa terdapat beberapa titik yang berurutan berada diatas dan dibawah garis CL. Apabila titik-titik sampel cenderung berada diatas garis rata-rata menunjukkan persentase cacat cenderung berada pada batas atas. Tampubolon (2004) mengatakan bahwa bila terdapat titik membentuk tren baik naik atau turun, proses produksi harus diselidiki karena telah terjadi suatu perubahan pada peralatan yang digunakan sehingga mengakibatkan pergeseran kualitas produk yang dihasilkan. Secara keseluruhan proses pada *washing* dalam keadaan tidak terkendali karena dari keempat grafik tersebut

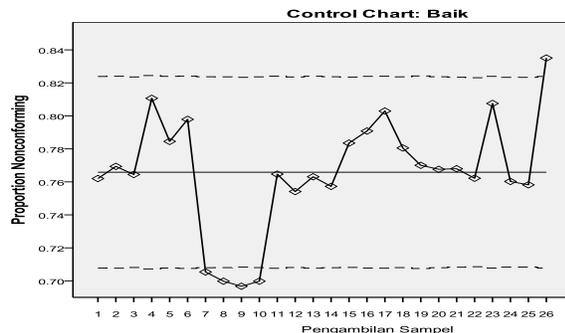
menunjukkan beberapa titik yang secara berurutan berada diluar garis CL, hal tersebut menunjukkan ketidakstabilan proses yang berarti kondisi mesin yang digunakan kondisinya kurang baik karena pengaturan mesin yang tidak sesuai. Proses pencucian di pabrik pengolahan yang besar dapat dilakukan dengan mesin pencuci *vis washer* atau *raung washer* karena dapat mencuci jauh lebih cepat dibandingkan cara sederhana (Najiyati dan Danarti, 2004).

Hulling

Hasil pengolahan data proses *hulling* menggunakan bagan kendali diperoleh nilai CL untuk proporsi biji baik adalah 0,77; UCL berkisar 0,82 dan LCL berkisar 0,71. Grafik proses *hulling* biji baik disajikan dalam **Gambar 5**. **Gambar 5** menunjukkan terdapat empat titik yang berada diluar batas bawah pada titik ke 7-10. Titik sampel berada semakin kebawah garis LCL maka mengindikasikan bahwa nilai cacat semakin tinggi ini dapat dibuktikan bila dilihat juga pada gambar grafik biji cacat proses *hulling* biji gelondong (**Gambar 6b**), pada titik yang sama yaitu titik 7-10 berada diluar garis UCL mengidentifikasi tingginya nilai cacat biji gelondong. **Gambar 5** menunjukkan data bahwa terdapat titik yang berada diluar batas kendali mutu, titik-titik yang membentuk pola naik dan kumpulan titik yang berada di salah satu sisi CL. Tampubolon (2004) menyatakan bahwa bila terdapat kasus yang

terjadi pada **Gambar 5**, maka proses dapat dikatakan tidak berjalan dengan normal. Hal tersebut mengindikasikan bahwa kondisi mesin *hulling* kurang baik yang bisa

disebabkan oleh pengaturan mesin yang kurang sesuai dengan kondisi biji kopi yang diolah.

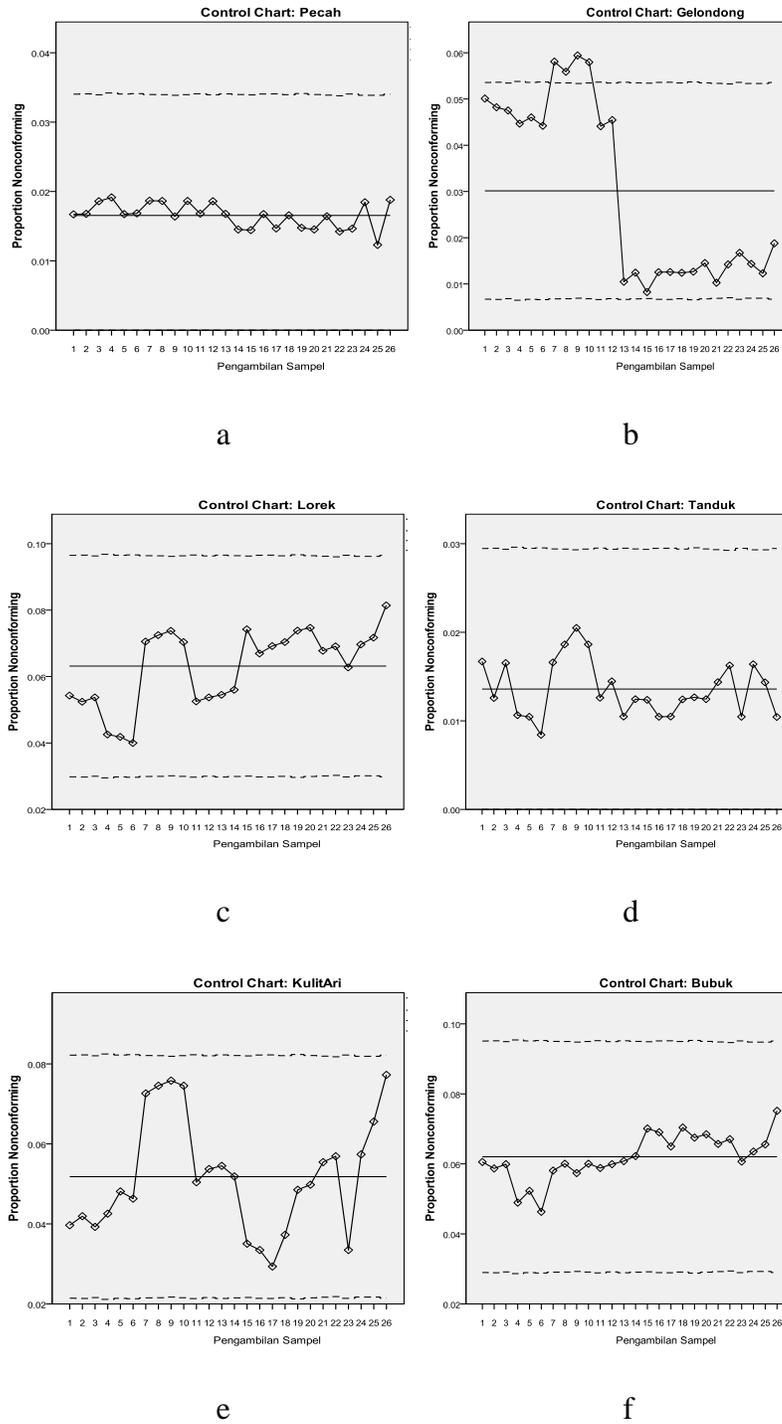


Gambar 5. Grafik proses *hulling* biji baik

Grafik proses *hulling* untuk biji cacat disajikan dalam **Gambar 6** yang memiliki nilai CL untuk proporsi cacat biji pecah adalah 0,02; UCL berkisar 0,034 dan nilai LCL berkisar 0,18. Nilai CL untuk proporsi cacat biji gelondong adalah 0,03; berkisar UCL 0,054 dan dan nilai LCL berkisar 0,008. Nilai CL untuk proporsi cacat biji lorek adalah 0,06; UCL berkisar 0,09 dan dan nilai LCL 0,03. Nilai CL untuk proporsi kulit tanduk yang masih menempel pada biji adalah 0,01; UCL berada dalam kisaran 0,029 dan dan nilai LCL berkisar 0,00. Nilai CL untuk proporsi kulit ari yang masih menempel pada biji adalah 0,05; berkisar UCL 0,08 dan dan nilai LCL berkisar 0,02. Nilai CL untuk proporsi cacat biji terkena bubuk adalah 0,06; UCL berkisar 0,089 dan dan nilai LCL 0,03.

Dari **Gambar 6 (a)** bagan kendali menunjukkan persebaran titik merata yaitu berada dibawah dan diatas garis tengah hampir sama dan jaraknya tidak terlalu jauh. Titik yang persebarannya tidak terlalu jauh dari garis CL dan merata berada dibawah dan diatas garis CL prosesnya dikatakan terkendali yaitu nilai cacat untuk biji lecet rendah. **Gambar 6 b** menunjukkan data bahwa terdapat beberapa titik yang berada diatas batas kendali atas hal tersebut menunjukkan bahwa tingginya nilai cacat biji

gelondong terutama pada titik 7-10. Data pada titik 7 hingga 10 berdasarkan hasil interpretasi grafik kendali mutu merupakan data yang ditolak (*outlier*) (Achmad, *et al.*, 2010). Grafik cacat biji lorek (**Gambar 6 c**) ada kecenderungan titik terus mengarah naik mendekati UCL, demikian juga pada **Gambar 6 f** grafik proses *hulling* biji terkena bubuk, grafik menunjukkan pola data cenderung keatas mendekati UCL, hal tersebut membuktikan persebaran titik tidak merata dan kecenderungan cacat semakin tinggi. Penyebab terjadinya kecenderungan tersebut dikarenakan pengaturan mesin yang tidak baik sehingga menghasilkan biji cacat yang makin lama makin banyak jumlahnya terutama untuk biji lorek. Grafik cacat biji untuk kulit tanduk (**Gambar 6 d**) penyebarannya masih merata dan penyimpangannya tidak signifikan. Hal ini membuktikan jumlah cacat kulit tanduk tidak terlalu banyak. **Gambar 6 e** terdapat empat titik yang mendekati garis UCL dan tiga titik terakhir kecenderungannya mengarah keatas yang mengidentifikasi kulit ari yang masih menempel pada biji masih banyak karena mesin *huller* tidak bekerja dengan baik. Ini disebabkan pengaruh pengaturan mesin dan juga karena ukuran biji kopi tidak merata sehingga banyak biji yang masih lolos dari proses mesin *huller*.



Gambar 6. Grafik proses *hulling* biji cacat (a) biji pecah (b) biji gelondong (c) biji lorek (d) kulit tanduk (e) kulit ari (f) biji terkena bubuk

KESIMPULAN

Hasil analisa proses pengolahan kopi robusta cara semi basah menggunakan metode *Statistical Quality Control* mendapatkan beberapa kesimpulan:

- a. pada sortasi gelondong terdapat beberapa titik yang mengidentifikasi adanya penyimpangan terutama pada biji kuning, namun secara keseluruhan hasil proses sortasi gelondong berada dalam batas kendali;
- b. pada proses *pupling* tidak dalam kondisi terkendali. Hal itu dikarenakan pada bagan kendali biji baik maupun biji cacat terdapat beberapa titik yang berada dibawah garis LCL dan diatas garis UCL;
- c. pada proses *washing* walaupun tidak ada titik yang berada diluar garis LCL dan UCL namun terdapat beberapa titik yang penyebarannya tidak merata yang mengidentifikasi proses tidak stabil; dan
- d. pada proses *hulling* tidak dalam kondisi terkendali karena terdapat beberapa titik yang cenderung mengarah keatas garis UCL yang mengidentifikasi tingginya nilai cacat.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad F, Rahayu S dan Sumarriani Y (2010). Penerapan Grafik- X dan Grafik- R sebagai Grafik Kendali dalam Pengujian Kualitas Air. *J. Standardisasi* 12 (1): 14 – 19.

BSN [Badan Standardisasi Nasional] (1999). *SNI 01-2907-1999, Biji Kopi*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Haming M dan Nurnajamuddin M (2007). *Manajemen Produksi Modern Operasi Manufaktur dan Jasa*. Jakarta: Bumi Aksara.

Irvan, Hanum Z dan Ruknimi (2006) Pendendalian Mutu Produk dengan Metode Statistik. *J. Sistem Teknik Industri* 7 (1): 109-117.

Lindsay WM dan Evans JR(2007). *Pengantar Six Sigma*. Jakarta: Salemba Empat.

Mitra A(1993). *Fundamentasi of Quality Control and Improvement*. New York: Mc Milan Publishing.

Najiyati S dan Danarti (2004). *Kopi: Budi Daya dan Penanganan Pascapanen*. Edisi Revisi. Jakarta : Penebar Swadaya.

Puslit Koka [Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia] (2007). *Menaikkan Kualitas Kopi dan Kakao*. (<http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/2005/0105/27/cakra-wala/profil.htm>). Diakses tanggal 15 Desember 2007.

Tampubolon MP(2004). *Manajemen Operasional*. Jakarta: Ghalia Indonesia.