



Analisis Mutu Fisik, Kimia, dan Organoleptik Kacang Ercis Goreng dengan Pendekatan SPC (*Statistical Process Control*) dan PCA (*Principal Component Analysis*)

*Analysis of The Physical, Chemical, and Organoleptic Quality of Fried Peas with SPC (*Statistical Process Control*) And PCA (*Principal Component Analysis*) Approaches*

Risma Novita Sari, Yoyok Budi Pramono*, & Setya Budi Muhammad Abduh

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia, 50275
*email: yoyokbudipramono@lecturer.undip.ac.id

Diserahkan [13 Desember 2022]; Diterima [29 Januari 2024]; Dipublikasi [29 Februari 2024]

ABSTRACT

The study aims to analyze the consistency of the quality of fried peas with statistical process control aids. Samples were taken daily for 28 days from a nut frying business. The quality of samples including color, free fatty acid, peroxide value, and organoleptic is tested daily with 5 repetitions. Quantitative quality consisting of color, moisture content, free fatty acids, and peroxide value is analyzed with SPC while organoleptic quality is analyzed with PCA. Analysis with SPC results in an upper control limit and a lower control limit of 68.6%; 25.4; 43.7 and 37.7; 8.7; 22.6 for L^ , a^* , and b^* , 2.275% and 2.072% for moisture content, 0.628% and 0.145% for free fatty acids, and 1.075 mEqO₂/kg and 0.079 mEqO₂/kg for peroxide value. Based on the upper control limit and the lower control limit, pea quality is inconsistent for variable moisture content, free fatty acids, and peroxide value. Analysis of PCA color, moisture content, free fatty acids, peroxide value, and sensory products did not show certain grouping and clustering patterns, which meant the samples were relatively the same as each other. Even though the variables of water content quality, free fatty acids, and peroxide value of fried peas are inconsistent, they are not detected by panelists. The causative factors of quality deviation can be known with certainty by examining each factor listed in the fishbone diagram. In addition, monitoring also needs to be done routinely and closer to the production process to find out exactly the cause of product quality deviations.*

Keywords: consistent; quality; PCA; SPC

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk menganalisis konsistensi mutu kacang ercis goreng dengan alat bantu *statistical process control* (SPC). Sampel diambil setiap hari selama 28 hari dari sebuah usaha penggorengan kacang. Mutu sampel yang meliputi warna, *free fatty acid*, *peroxide value*, dan organoleptik diuji setiap hari dengan 5 kali ulangan. Mutu kuantitatif yang terdiri dari warna, kadar air, *free fatty acid*, dan *peroxide value* dianalisis dengan SPC sedangkan mutu organoleptik dianalisis dengan *principal component analysis* (PCA). Analisis dengan SPC menghasilkan batas kendali atas dan batas kendali bawah masing masing sebesar 68,6; 25,4; 43,7 dan 37,7; 8,7; 22,6 untuk warna L^* , a^* , dan b^* , 2,275% dan 2,072% untuk kadar air, 0,628% dan 0,145% untuk *free fatty acid*, dan 1,075 mEqO₂/kg dan 0,079 mEqO₂/kg untuk *peroxide value*. Berdasarkan batas kendali atas dan batas kendali bawah, mutu kacang ercis tidak konsisten untuk variabel kadar air, *free fatty acid*, dan *peroxide value*. Analisis PCA warna, kadar air, *free fatty acid*, dan *peroxide value* serta sensoris produk tidak menunjukkan pola *grouping* dan *clustering* tertentu yang berarti sampel relatif sama satu dengan yang lainnya. Meskipun variabel mutu kadar air, *free fatty acid*, dan *peroxide value* kacang ercis goreng tidak konsisten, namun tidak terdeteksi oleh panelis. Faktor penyebab penyimpangan mutu dapat diketahui dengan pasti dengan mengkaji setiap faktor yang dicantumkan dalam *fishbone* diagram. Selain itu, monitoring juga perlu dilakukan dengan rutin serta lebih dekat dengan proses produksi untuk mengetahui dengan pasti penyebab penyimpangan mutu produk.

Kata Kunci: konsisten; mutu; PCA; SPC

PENDAHULUAN

Kacang ercis merupakan salah satu tanaman famili Leguminosae dengan kandungan gizi yang cukup tinggi. Kacang ercis mengandung 23-25% protein, 20-25% pati, 4-10% gula, lemak, dan mineral sehingga cocok dimanfaatkan sebagai produk olahan pangan. Kacang ercis digemari oleh masyarakat karena memiliki tekstur yang renyah serta cocok dikonsumsi bagi penderita diet (Mustikaningrum *et al.* 2013). Kacang eris memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dari polong-polongan lainnya yaitu sekitar 15-35% sehingga cocok untuk dijadikan alternatif sumber protein bagi tubuh. Kacang ercis dapat dijadikan produk konsumsi makanan ringan dengan melalui proses penggorengan.

Penggorengan merupakan salah satu proses pengolahan bahan pangan untuk memberikan warna, mengubah tekstur menjadi lebih menarik, serta mengembangkan cita rasa dan aroma bahan yang diolah (Perkins dan Erickson, 1996). Penggorengan memungkinkan panas dari minyak goreng masuk dalam bahan pangan yang menyebabkan bahan pangan menjadi masak. Proses yang terjadi selama proses penggorengan yaitu penguapan air dalam bahan pangan, pembentukan kerak, serta dekomposisi minyak. Sebagian minyak terserap dan mengisi ruang kosong dalam bahan pangan yang semula berisi air. Proses penggorengan ini pada umumnya menggunakan media minyak yang dipanaskan dengan suhu tertentu sehingga menyebabkan minyak rusak akibat terjadinya reaksi kompleks yaitu oksidasi (Zahra *et al.* 2013). Minyak yang mudah mengalami kerusakan akan mempengaruhi mutu produk yang dihasilkan, sehingga minyak dapat menyebabkan perubahan pada fisik produk seperti warna yang lebih gelap maupun kandungan gizi dalam

bahan pangan, seperti kadar lemak yang meningkat.

Beberapa bahan pangan memiliki sifat mudah rusak yang berpengaruh terhadap penurunan mutu produk. Mutu produk merupakan suatu jaminan bagi keamanan pangan produk sampai ke tangan konsumen (Hermanu, 2016). Mutu bahan pangan akan terus mengalami penurunan sejak bahan pangan dipanen sampai dengan bahan pangan tersebut diolah menjadi produk pangan, sehingga dalam proses pengolahan bahan pangan harus dilakukan secara tepat (Haryadi, 2010). Pengolahan produk yang tidak tepat akan berpengaruh terhadap penurunan mutu produk sehingga produk yang dihasilkan juga memiliki mutu yang tidak baik, hal tersebut diperlukan adanya kegiatan pengendalian kualitas untuk menghasilkan produk dengan standar mutu yang sesuai dengan harapan konsumen. Pengendalian kualitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti bahan baku, mesin, metode, dan operator dalam jalannya proses produksi. Oleh karena itu penggunaan pengendalian mutu statistik, seperti *statistical process control* (SPC), menjadi penting untuk menjamin dan meningkatkan mutu produk.

Metode *statistical process control* (SPC) telah banyak digunakan peneliti sebelumnya untuk mengendalikan mutu produk yang dihasilkan, hal ini dikarenakan metode ini bekerja berdasarkan data yang didapatkan dari proses produksi, sehingga dapat meminimalisir penyimpangan yang terjadi, dan lebih efisien karena analisa dapat dilakukan secara sampling. *Statistical process control* (SPC) merupakan suatu metode pengendalian mutu yang berfungsi untuk membantu menggambarkan apa yang sedang terjadi dalam proses, sehingga dapat digunakan untuk mengawasi standar, membuat pengukuran, dan mengambil tindakan perbaikan selagi sebuah produk atau jasa sedang diproduksi (Kartika, 2013).

Statistical process control (SPC) digunakan untuk mengendalikan proses produksi secara berkelanjutan, identifikasi kerusakan saat proses produksi, serta pengumpulan dan analisis data hasil pemeriksaan terhadap sampel selama kegiatan pengawasan mutu produk (Arifianti, 2013). Pengendalian mutu dengan menggunakan metode SPC menurut Supriyadi (2018) memiliki tujuh alat statistik utama yang digunakan sebagai alat bantu untuk mengendalikan mutu, diantaranya yaitu *checksheet*, histogram, peta kendali, diagram pareto, diagram proses, diagram pencar, dan diagram sebab akibat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengamati mutu produk berdasarkan proses terhadap warna, kadar air, *free fatty acid* (FFA), *peroxide value* (PV), dan organoleptik kacang ercis goreng dengan menggunakan alat bantu *statistical process control* (SPC). Warna menjadi salah satu daya tarik konsumen dalam memilih suatu produk, sehingga produk yang dihasilkan harus memiliki warna yang baik setelah melalui proses penggorengan. Kadar air, *free fatty acid* (FFA), dan *peroxide value* (PV) merupakan faktor pemicu munculnya rasa tengik pada produk selama masa penyimpanan. Kebaharuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kestabilan mutu kacang ercis serta menentukan mutu mana yang paling berpengaruh terhadap mutu yang menyimpang.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan penelitian yaitu kacang ercis goreng yang diproduksi oleh salah satu industri pengolahan kacang dengan sampling sebanyak 140 batch produksi. Bahan lain yang diperlukan yaitu alkohol 95%, larutan NaOH 0,098 N, indikator PP, larutan Na₂SO₃ 0,01 N, akuades, larutan asam asetat glasial dan kloroform dengan perbandingan 3:2 (% v/v).

Alat

Alat yang digunakan yaitu Erlenmeyer, gelas ukur pipet tetes, kertas saring, mikropipet, buret, timbangan analitik, *moisture analyzer*, blender, dan *smartphone*.

Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan pengamatan dan wawancara di lingkungan usaha penggorengan kacang. Pengamatan dilakukan selama proses produksi berlangsung dengan aspek yang diamati meliputi manusia, metode, mesin, materi, dan lingkungan. Wawancara dilakukan terhadap karyawan untuk melengkapi informasi yang diperoleh selama pengamatan, selanjutnya dilakukan pengambilan sampel untuk dilakukan analisis di laboratorium.

Pengujian Warna

Pengujian warna mengacu pada Manuel *et al.* (2021), dengan menggunakan aplikasi *Colorimeter* di *smartphone* untuk melihat intensitas warna yang didasarkan pada komponen warna L^* , a^* , dan b^* dari sampel. L^* untuk menentukan tingkat kecerahan warna, a^* untuk menentukan dimensi warna merah atau hijau, dan b^* untuk menentukan dimensi warna kuning atau biru.

Pengujian Kadar Air

Uji kadar air mengacu pada Irvan *et al.* (2020), dengan menggunakan prinsip gravimetri dengan massa yang menguap dari bahan basah dihitung sebagai air.

Pengujian Free Fatty Acid (FFA)

Pengujian *free fatty acid* (FFA) dilakukan dengan mengacu pada Sopiarti *et al.* (2017), dengan menggunakan prinsip titrasi alkalimetri. Sampel ditimbang 10 g kemudian dilarutkan dengan etanol 95% panas, kemudian diambil filtratnya dan ditambahkan indikator PP 3 tetes, lalu dititrasi dengan NaOH 0,098 N hingga sampel yang berwarna jernih berubah

menjadi pink keunguan. Nilai *free fatty acid* dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Free Fatty Acid(\%)} = \frac{(V \text{ NaOH} - V \text{ Blanko}) \times N \text{ NaOH} \times \text{BM Asam Lemak}}{\text{Bobot sampel (g)}} \times 100\%$$

Pengujian Peroxide Value (PV)

Uji *peroxide value* (PV) mengacu pada Suandi *et al.* (2017), dengan menggunakan prinsip titrasi iodometri dengan cara 5 gram sampel dilarutkan dalam campuran asam asetat glasial dan kloroform dengan perbandingan 3:2, kemudian diambil filtratnya. Filtrat ditambahkan 0,5 ml larutan jenuh KI, 30 ml akuades dan 0,5 ml amilum 1% kemudian dihomogenkan. Sampel dilakukan titrasi dengan Na_2SO_3 0,01 N hingga sampel yang semula berwarna biru keunguan berubah menjadi jernih setelah ditambahkan larutan pati. Nilai *peroxide value* dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Peroxide Value(meqO}_2\text{/kg)} = \frac{V \text{ Na}_2\text{SO}_3 \times N \text{ Na}_2\text{SO}_3 \times 1000}{\text{Bobot sampel (g)}}$$

Pengujian Mutu Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan menggunakan uji kesukaan. Uji kesukaan dilakukan mengacu pada Hartatie (2011), dengan menggunakan uji hedonik yang meliputi tekstur, rasa, warna, dan *overall* kesukaan. Penilaian uji organoleptik ini menggunakan panelis semi terlatih sebanyak

25 orang yang diminta untuk memberikan kesan kesukaan terhadap warna, tekstur, rasa, dan *overall* kesukaan pada sampel. Skor penilaian organoleptik yang digunakan adalah sebagai berikut; 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (agak suka), 4 (suka), dan 5 (sangat suka).

Analisis Data

Sampling dilakukan sebanyak 28 kali dari 28 *batch* produksi dan pengulangan tiap sampling sebanyak 5 kali. Data yang diperoleh kemudian dilakukan analisis. Analisis data dilakukan dengan menggunakan metode *Statistical Process Control* (SPC) dengan menggunakan histogram, peta kendali, dan *fishbone* diagram, untuk selanjutnya data dianalisis menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) untuk melihat keragaman data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Mutu Kacang Ercis Goreng

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, didapatkan nilai mutu warna, kadar air, FFA, PV, inderawi sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Warna

Berdasarkan Tabel 1. diketahui bahwa warna kacang ercis goreng yang terdiri dari warna L^* , a^* , dan b^* menunjukkan nilai yang seragam, dengan standar deviasi yang lebih kecil dibandingkan dengan rata-rata yang diperoleh.

Tabel 1. Warna, Kadar Air, *Free Fatty Acid* (FFA), dan *Peroxide Value* (PV) Kacang Ercis Goreng

Nama Sampel	Warna L^*	Warna a^*	Warna b^*	Kadar Air(%)	FFA(%)	PV (mEq/kgO ₂)
Kacang Ercis Goreng	53,1±10,52	17,1±5,71	33,2±7,30	2,13±0,07	0,39±0,11	0,50±0,24

Keterangan: Data ditampilkan dalam nilai rata-rata ± standar deviasi (n=140) L^* : menunjukkan tingkat kecerahan. a^* dengan nilai positif menandakan nilai kemerahan, sedangkan nilai negatif menandakan nilai kehijauan. b^* dengan nilai positif menandakan nilai kekuningan sedangkan nilai negatif menandakan nilai kebiruan.

L^* memiliki nilai standar deviasi yang paling besar, sedangkan a^* memiliki standar deviasi paling kecil. Warna kacang mentah yang berwarna cerah setelah digoreng menjadi gelap kekuningan seiring dengan terjadinya reaksi Maillard antara gugus karbonil dan gugus amin dari protein pada kondisi pemanasan (suhu yang tinggi). Pemanasan yang terlalu tinggi dan berulang menyebabkan reaksi polimerisasi dan Maillard yang menyebabkan warna menjadi coklat (Suroso, 2013). Komposisi kacang ercis dengan kandungan protein dan karbohidrat diduga mendukung terjadinya perkembangan warna dari kacang mentah yang berwarna cerah menjadi kecoklatan akibat kondisi penggorengan dengan menggunakan suhu tinggi (Widaningrum *et al.* 2008; Abduh *et al.*, 2021).

Kadar Air

Kadar air kacang ercis goreng berdasarkan Tabel 1. Menunjukkan rata-rata 2,13%, hal tersebut sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan oleh usaha penggorengan kacang yaitu maksimal 2,5%. Kadar air produk yang rendah didapatkan selama proses penggorengan kacang, dikarenakan dalam proses penggorengan menggunakan suhu pemanasan yang tinggi akan menyebabkan terjadinya proses dehidrasi yang memicu minyak masuk dalam bahan dan mengisi ruang yang semula berisi air sehingga sejumlah air dalam bahan menjadi berkurang (Asrina, 2021). Pemanasan yang terjadi selama proses penggorengan terjadi karena proses penguapan sebagian besar air bahan. Energi panas yang diterima oleh bahan digunakan untuk merubah fase air bahan dari cair menjadi gas sehingga suhu bahan relatif stabil pada titik didih air. Periode perubahan fase tersebut membuat suhu bahan naik kembali menuju suhu minyak, hal ini dikarenakan sebagian besar air pada bahan telah menguap dan panas yang diterima digunakan untuk menaikkan suhu bahan (Sutarsi *et al.*, 2009).

Kadar air yang rendah dalam produk pangan berpengaruh terhadap

tekstur produk. Produk dengan kadar air yang rendah (kering) akan menghasilkan tekstur yang renyah (keras), sedangkan kadar air yang tinggi pada produk akan menghasilkan tekstur dengan nilai yang rendah (lunak) (Midayanto dan Yuwono, 2014). Kadar air yang rendah pada produk pangan menandakan bahwa aktivitas air (a_w) produk juga rendah, sehingga proses penyerapan uap air yang terjadi juga lebih sedikit dibandingkan dengan produk dengan kadar air yang tinggi (Mustafidah dan Widjanarko, 2015). Kadar air yang rendah akan menjadikan umur simpan produk menjadi lebih lama.

Free Fatty Acid (FFA)

Free fatty acid (FFA) berdasarkan Tabel 1. menunjukkan rata-rata yang sudah sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan oleh usaha penggorengan kacang, yaitu didapatkan sebesar 0,39%. *Free fatty acid* yang didapat maksimal 2%. *Free fatty acid* dalam kacang ercis goreng berasal dari proses pemanasan minyak yang cukup lama yang memicu terjadinya reaksi hidrolisis dan oksidasi. Hidrolisis akan berlangsung lebih cepat dengan adanya beberapa faktor yaitu panas, air, dan katalis enzim. Hidrolisis ini akan menyebabkan trigliserida berubah menjadi asam lemak dan gliserol (Fanani dan Ningsih, 2018). *Free fatty acid* yang menyebabkan terjadinya proses hidrolisis pada minyak ini kemudian akan mempengaruhi mutu organoleptik produk. Hidrolisis dan oksidasi pada minyak/lemak terjadi karena sejumlah air oksigen di dalam minyak, sehingga akan memicu ketengikan (Satyajaya *et al.*, 2018). *Free fatty acid* dalam produk pangan berbanding terbalik dengan keawetan produk.

Semakin tinggi kadar *free fatty acid* pada produk pangan maka semakin singkat umur simpan produk, hal ini karena terbentuknya proses hidrolisis yang memicu munculnya aroma dan rasa tengik (Yuwono *et al.*, 2023).

Peroxide Value (PV)

Peroxide value (PV) dapat dilihat dari Tabel 1. menghasilkan rata-rata

0,50 meq/kgO₂, hasil ini menunjukkan bahwa *peroxide value* kacang ercis goreng sudah sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan oleh industri yaitu sebesar 10 meq/kgO₂. Nilai bilangan peroksida menjadi indikator tingkat oksidasi minyak goreng yang berkaitan lama dan intensitas penggorengan. *Peroxide value* memiliki nilai yang penting dalam menentukan derajat kerusakan minyak/lemak, dikarenakan asam lemak tidak jenuh yang mengikat oksigen pada ikatan rangkap akan membentuk peroksida.

Peroxide value menunjukkan terjadinya oksidasi pada minyak serta digunakan sebagai penentu kualitas minyak/lemak baik pada saat pengolahan maupun penyimpanan (Khoirunnisa *et al.*, 2019). Nilai *peroxide value* akan semakin meningkat seiring dengan intensitas penggunaan minyak dengan frekuensi penggorengan yang semakin sering dilakukan (Siswanto dan Mulasari, 2015). *Peroxide value* akan memicu ketengikan, yang merupakan faktor dari oksidasi asam lemak yang berdampak pada mutu inderawi produk (Maharani *et al.*, 2012). Penggunaan minyak secara berulang dapat menyebabkan minyak mengalami oksidasi dengan ditandai terbentuknya peroksida. Oksidasi dan hidrolisis yang membentuk senyawa peroksida bereaksi lanjut membentuk senyawa keton dan aldehid yang memicu bau tengik (Suroso, 2013).

Mutu Organoleptik

Berdasarkan Tabel 2. dapat diketahui bahwa kesukaan panelis terhadap atribut rasa kacang ercis goreng menunjukkan tingkat kesukaan yang seragam terhadap kelima atribut sensori, yaitu rasa, tekstur, aroma, warna, dan *overall* kesukaan. Tingkat kesukaan suatu produk pangan dapat diketahui melalui penilaian

terhadap atribut rasa (Iqbal *et al.*, 2016). Rasa dari produk pangan menurut Winarno (1997) dipengaruhi oleh komponen kimia yang terkandung dalam bahan, suhu, serta interaksi antar komponen satu dengan lainnya dalam bahan pangan. Tekstur dari kacang ercis goreng dipengaruhi oleh pengembangan biji ercis yang berbeda selama proses perendaman serta dengan adanya penambahan zat rendam yaitu sodium bikarbonat dalam air yang digunakan untuk merendam biji ercis. Hal ini didukung oleh Purnamasari dan Putri (2015), bahwa sodium bikarbonat menyebabkan terbentuknya gas CO₂ yang kemudian gas ini mengisi rongga-rongga matriks yang terbentuk dari ikatan antara pati dengan air yang menyebabkan lebih mengembang dan menghasilkan tekstur yang renyah. Aroma kacang ercis goreng yang dihasilkan yaitu aroma khas produk yang mengalami proses pemanasan dengan cara digoreng karena terjadi reaksi kimia selama proses penggorengan. Warna yang dihasilkan disebabkan karena proses pencoklatan selama penggorengan biji ercis. Hal ini didukung oleh pendapat Aliya *et al.* (2016) bahwa pigmen alami dari bahan berpengaruh terhadap warna yang dihasilkan, yang kemudian terjadi reaksi Maillard dan oksidasi ketika bahan dilakukan pengolahan yang menyebabkan warna berubah menjadi kecoklatan.

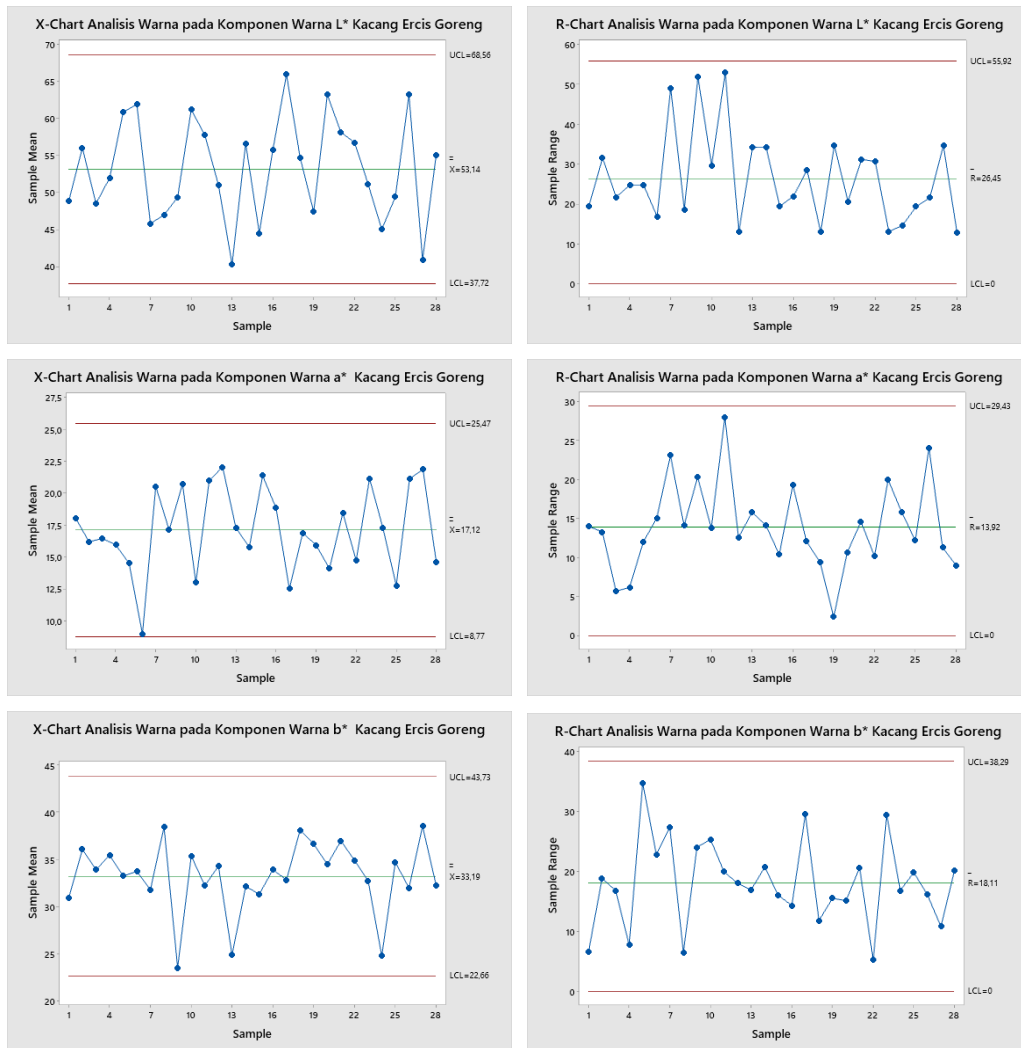
Peta Kendali Rata-Rata (X) dan Jarak (R)

Peta kendali dilakukan untuk mengetahui konsistensi mutu produk dengan menghitung *upper control limit* (UCL), *lower control limit* (LCL), serta rata-rata (X). Peta kendali rata-rata dan peta kendali jarak dari produk kacang ercis goreng ditampilkan pada Gambar 1.

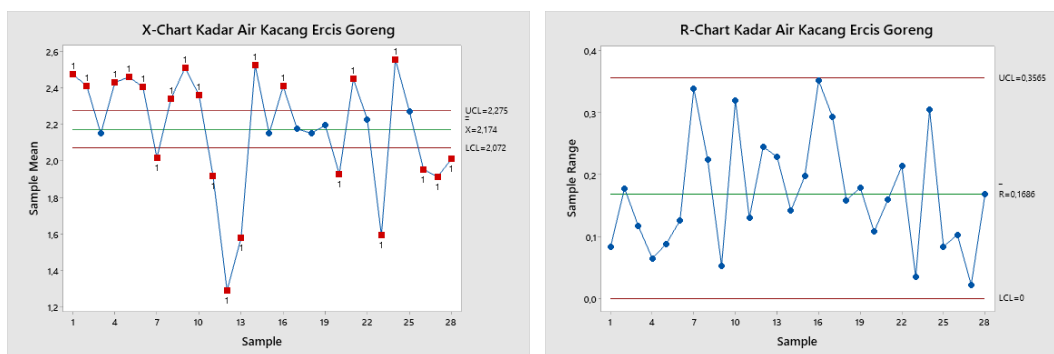
Tabel 2. Organoleptik Kacang Ercis Goreng

Nama Sampel	Rasa	Tekstur	Aroma	Warna	<i>Overall</i>
Kacang Ercis Goreng	3,41±0,86	3,98±0,69	3,32±0,93	3,93±0,60	3,47±0,91

Keterangan: Data ditampilkan dalam nilai rata-rata ± standar deviasi (n=700).



Gambar 1. Peta Kendali Rata-rata (X) dan Jarak (R) Warna L^* , a^* , b^* Kacang Ercis Goreng



Gambar 2. Peta Kendali Rata-rata (X) dan Jarak (R) Kadar Air Kacang Ercis Goreng

Berdasarkan Gambar 1. dapat diketahui bahwa mutu warna kacang ercis goreng baik komponen warna L^* , a^* , maupun b^* sudah dalam keadaan yang konsisten dengan hasil pengamatan yang berada di dalam batas kendali pada peta kendali rata-rata maupun pada peta kendali jarak. Kadar air kacang ercis goreng

berdasarkan pada Gambar 4. menunjukkan bahwa mutu kadar air produk dalam keadaan tidak konsisten. Terdapat hasil pengamatan yang berada di luar batas kendali pada peta kendali rata-rata pada mayoritas sampel, sedangkan kadar air kacang ercis goreng dalam peta kendali jarak menunjukkan sudah dalam keadaan yang konsisten.

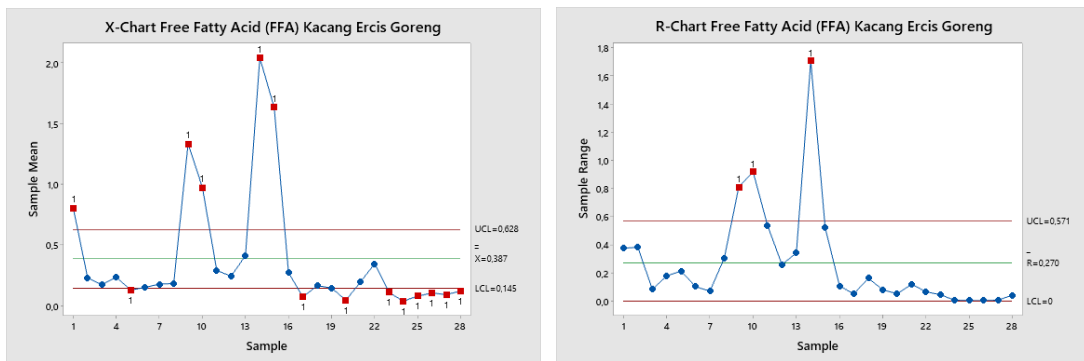
Hal ini menunjukkan bahwa Peta kendali rata-rata lebih sensitif dalam menilai konsistensi mutu produk. Namun secara substansial nilai kadar air telah memenuhi syarat sebagaimana didiskusikan pada sub-bab hasil analisis mutu kacang ercis goreng.

Mutu kadar air yang tidak konsisten dapat disebabkan oleh kondisi bahan baku dari *supplier* dengan spesifikasi yang kurang baik, sehingga kadar air produk yang didapatkan menyimpang dari batas kendali. Batas maksimal kadar air penerimaan bahan baku yaitu 2,5% dan bisa meningkat seiring dengan proses penanganan bahan baku dan penyimpanan bahan. Proses penggorengan dilakukan dalam dua tahap dengan suhu berkisar antara 150-160°C selama 10-15 menit. Penggunaan suhu penggorengan yang tidak tepat akan menyebabkan transfer panas dari minyak ke dalam bahan menjadi kurang sehingga proses dehidrasi pada kacang tidak sempurna yang akan berdampak pada kadar air yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh pendapat

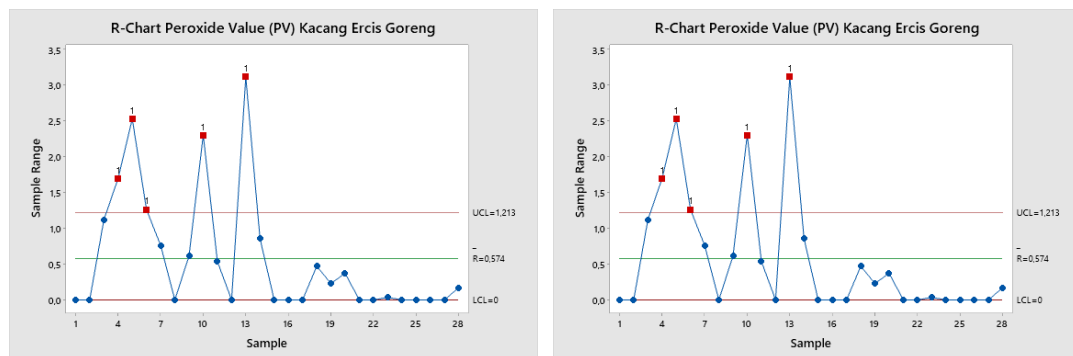
Jamaluddin (2011), bahwa terdapat pengaruh dari suhu yang digunakan terhadap penurunan kadar air produk dengan suhu tinggi, maka air cenderung lebih banyak yang menguap dikarenakan perbedaan tekanan antara bagian dalam dan luar padatan.

Free fatty acid kacang ercis goreng berdasarkan Gambar 3. menunjukkan bahwa mutu *free fatty acid* kacang dalam keadaan tidak konsisten. Terdapat hasil pengamatan yang berada di luar batas kendali pada peta kendali rata-rata pada mayoritas sampel, sedangkan *free fatty acid* kacang ercis goreng dalam peta kendali jarak menunjukkan hasil pengamatan yang berada di luar batas peta kendali pada sampel hari ke 9,10, dan 14. Namun secara substansial nilai *free fatty acid* telah memenuhi syarat sebagaimana didiskusikan pada sub-bab hasil analisis mutu kacang ercis goreng.

Pengujian *free fatty acid* (FFA) pada minyak dilakukan diawal sebelum minyak digunakan, selama proses penggorengan, serta diakhir proses penggorengan.



Gambar 3. Peta Kendali Rata-rata (X) dan Jarak R *Free Fatty Acid* (FFA) Kacang Ercis Goreng



Gambar 4. Peta Kendali Rata-rata (X) dan Jarak R *Peroxide Value* (PV) Kacang Ercis Goreng

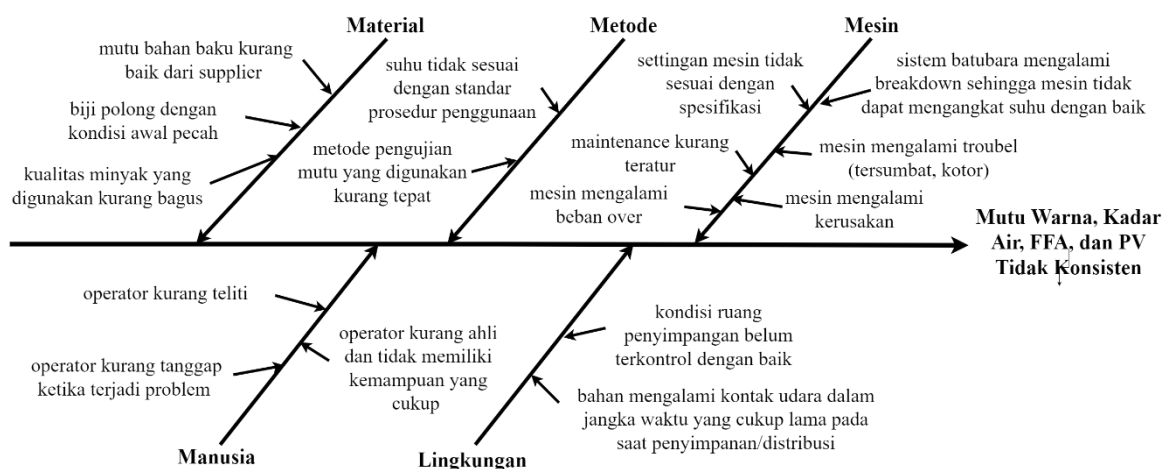
Mutu *free fatty acid* (FFA) yang tidak konsisten dapat disebabkan oleh minyak goreng yang digunakan pada awal penggorengan sudah memiliki nilai *free fatty acid* (FFA) yang cukup tinggi sehingga akan terus bertambah nilainya seiring dengan proses penggorengan yang menggunakan suhu tinggi. Nilai *free fatty acid* FFA tersebut kemudian akan menyebabkan degradasi pada produk yang menyebabkan produk memiliki kualitas yang menurun. Terjadi reaksi hidrolisis antara minyak dengan air, dikarenakan dalam proses produksi terdapat perendaman ercis yang apabila proses penirisan tidak optimal, maka sejumlah air akan ikut masuk dalam proses penggorengan dan bercampur dengan minyak panas untuk selanjutnya terjadi hidrolisis dan oksidasi pada minyak yang memicu *free fatty acid* (FFA) menjadi meningkat (Lempang *et al.*, 2016).

Berdasarkan Gambar 4. mutu *peroxide value* kacang dalam keadaan tidak konsisten. Terdapat hasil pengamatan yang berada di luar batas kendali pada peta kendali rata-rata pada sampel hari ke 5, 10, 13, 19, 23, dan 28, sedangkan *peroxide value* kacang ercis goreng dalam peta kendali jarak terdapat hasil yang berada di luar batas kendali pada sampel hari ke 4, 5, 6, 10, dan 13. Namun secara substansial nilai *peroxide value* telah memenuhi syarat sebagaimana didiskusikan pada sub-bab hasil analisis mutu kacang ercis goreng.

Mutu *peroxide value* yang tidak konsisten dapat disebabkan oleh bahan baku yang disimpan terlalu lama, yang akan memungkinkan terjadinya oksidasi selama penyimpanan sehingga mutu kacang yang diolah menjadi kurang baik. Proses penggorengan menggunakan suhu yang tinggi menyebabkan reaksi hidrolisis dan oksidasi yang kemudian membentuk peroksida, seiring dengan lama dan intensitas penggorengan, karena semakin lama minyak digunakan semakin mempercepat terjadinya oksidasi pada minyak. Penyebab utama dari kerusakan minyak/lemak adalah oksidasi dan hidrolisis yang menghasilkan senyawa peroksida yang bersifat reaktif. Senyawa ini kemudian dapat bereaksi lanjut menjadi senyawa keton dan aldehid yang menyebabkan timbulnya bau dan rasa tengik pada minyak/lemak (Suroso, 2013).

Fishbone Diagram

Berdasarkan pada peta kendali X dan peta kendali R pada pengujian warna, kadar air, FFA, dan PV diketahui banyak terdapat titik yang berada di luar batas kendali rata-rata. Jarak peta kendali masing-masing sebesar 21 titik untuk kadar air, 14 dan 3 titik untuk FFA, serta 6 dan 5 titik untuk PV yang menggambarkan adanya ketidaksesuaian dalam proses produksi.



Gambar 5. Fishbone diagram faktor penyebab warna, kadar air, *free fatty acid*, dan *peroxide value* tidak konsisten

Oleh karena itu analisis lebih lanjut dilakukan dengan menggunakan diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*) untuk menginventarisasi faktor yang mungkin menjadi penyebab mutu tidak konsisten dalam proses produksi (Gambar 5). Hal ini akan berguna dalam meningkatkan performa pengolahan yang konsisten. Adapun uraian dari diagram sebab-akibat warna, kadar air, *free fatty acid*, dan *peroxide value* kacang ercis goreng sebagai berikut.

Metode

Penggunaan sistem *first in first out* (FIFO) yang tidak efektif disebabkan ketidakjelasan bentuk aliran barang dan proses aliran barang yang tidak dapat dilihat secara langsung. Hal ini karena proses pengambilan barang dari gudang penyimpanan lebih banyak didasarkan pada pengaturan barangnya. FIFO merupakan sistem penyimpanan barang dengan barang yang akan masuk, juga barang yang akan dikeluarkan. Metode ini digunakan agar barang yang memiliki masa simpan singkat tidak rusak dan menurun kualitasnya (Santoso *et al.*, 2018). Bahan baku kacang ercis memiliki masa simpan yang relatif singkat selama 3 bulan, hal ini karena setelahnya bisa berdampak pada *aftertaste* produk yang kurang baik. Metode pengujian yang dilakukan sebelumnya yaitu dengan FFA, dengan menggunakan pelarut alkohol panas. Alkohol dengan kondisi panas memiliki fungsi untuk melarutkan asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak/lemak (Latif *et al.*, 2018). Alkohol yang digunakan dalam keadaan yang kurang panas menyebabkan minyak tidak terekstrak dengan baik, sehingga dihasilkan nilai FFA yang menyimpang dari biasanya.

Material

Kondisi bahan baku kacang ercis dengan biji yang pecah diduga menyebabkan warna yang dihasilkan cenderung lebih gelap dibandingkan dengan biji yang utuh. Kacang dengan biji yang pecah dan tidak tertutup dengan kulit ari menyebabkan bagian dalam kacang dapat berinteraksi langsung dengan minyak panas

pada saat proses penggorengan. Kondisi ini menyebabkan degradasi pada kacang ercis yang disebabkan oleh minyak pada proses penggorengan, sehingga lebih menyebabkan mutu menyimpang. Reaksi degradasi akan menyebabkan kualitas minyak goreng menjadi menurun dan berdampak terhadap kualitas bahan yang digoreng baik mutu fisik, kimiawi, maupun organoleptik (Abdullah dan Yustinah, 2020). Minyak yang digunakan dalam proses penggorengan, terutama yang berasal dari penyimpanan, jika telah mengalami oksidasi oleh oksigen akan menghasilkan minyak dengan nilai *free fatty acid* (FFA) dan *peroxide value* (PV) yang cukup tinggi. Hal ini dapat berdampak pada mutu produk yang dihasilkan karena reaksi degradasi antara minyak yang teroksidasi dan produk menyebabkan hasil akhir yang tidak sesuai standar kualitas.

Manusia

Rasa lelah yang dirasakan operator dapat mengakibatkan kurangnya fokus dan ketelitian dalam menjalankan pekerjaan. Hal ini dapat menjadi pemicu kesalahan dalam operasi, dan mengontrol alat dan mesin produksi. Kesalahan tersebut dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan pada mutu produk menjadi tidak konsisten. Hal ini didukung oleh pendapat Silvia *et al.* (2018) bahwa rasa fokus dan teliti sangat diperlukan dalam melakukan suatu pekerjaan, guna mendapatkan hasil yang baik dan tidak menyimpang.

Mesin

Terjadinya gangguan dan kerusakan pada mesin penggorengan yang disebabkan oleh sistem batu bara. Sistem batu bara berfungsi sebagai sumber penghantar panas ke mesin penggorengan. Kondisi ketika sistem batu bara mengalami gangguan menyebabkan mesin tidak dapat mencapai suhu optimal, mengakibatkan ketidakstabilan suhu. Hal ini dapat berdampak pada kualitas minyak penggorengan dengan peningkatan kadar air, *free fatty acid* (FFA), *peroxide value* (PV), dan perubahan warna yang signifikan.

Suhu pemanasan yang tidak stabil akan menyebabkan hasil panas yang tidak stabil, sehingga minyak tidak mendidih dengan sempurna dan mempengaruhi proses penggorengan secara keseluruhan (Silalahi *et al.*, 2017).

Lingkungan

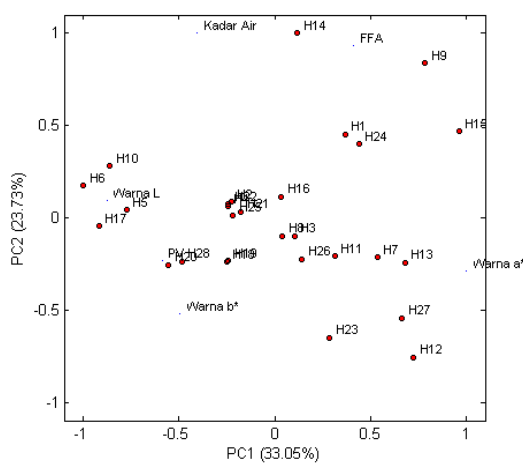
Lingkungan berperan penting dalam menentukan mutu produk yang dihasilkan, di mana lingkungan yang kurang terjaga kebersihannya, serta tidak terjaga suhu dan kelembabannya akan berpengaruh terhadap jalannya proses produksi maupun produk yang dihasilkan. Kontrol lingkungan berperan penting dalam keberhasilan penerapan cara produksi pangan yang baik salah satu aspeknya yaitu pada aspek penyimpanan bahan (Pinandoyo dan Masnar, 2019). Lingkungan yang kurang terjaga kebersihannya serta kontrol terhadap serangga akan berdampak pada kemungkinan terjadinya kontaminasi di area produksi, terutama lingkungan dengan tingkat kelembaban yang tinggi akan menyebabkan kadar air produk dihasilkan juga tinggi. Kontrol terhadap suhu dan kelembaban ruangan biasanya terdapat di area produksi, apabila terjadi kerusakan pada suhu dan kelembaban ruangan, sehingga menyebabkan mutu produk menjadi menyimpang.

Principal Component Analysis (PCA)

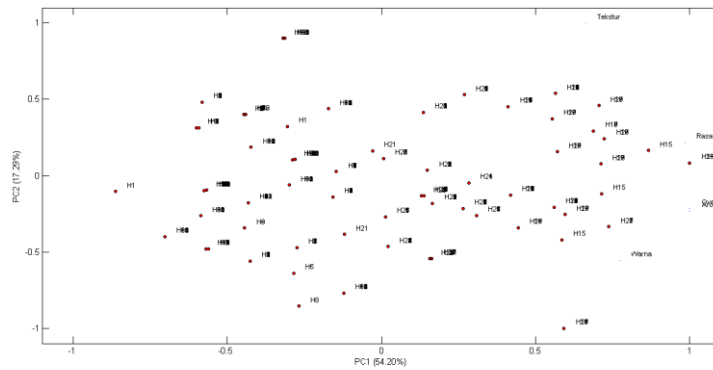
PCA digunakan untuk mendeskripsikan hasil penelitian dengan beberapa sampel dan variabel, yang dilakukan secara serempak, dan ditampilkan dalam bentuk biplot. Biplot menyajikan data berupa sampel pengamatan serta variabel dalam satu bidang, sehingga dapat dilakukan analisis ciri variabel, sampel pengamatan, dan posisi yang relatif antara sampel pengamatan dengan variabelnya (Jolliffe, 2002).

Gambar 6. menunjukkan bahwa plot sampel dengan hari pengumpulan sampel H1 sampai H28 tidak menunjukkan pemisahan sampel serta pengelompokan sampel yang jelas. Meskipun terdapat variabel yang tidak konsisten apabila ditinjau dari SPC yaitu pada variabel kadar air, *free fatty acid* (FFA), dan *peroxide value* (PV), tetapi variabel tersebut tidak menyebabkan satu sampel berbeda dengan dengan sampel yang lainnya. Sampel tidak mengelompok dengan pola tertentu yang menunjukkan bahwa sampel relatif sama satu dengan lainnya.

Berdasarkan Gambar 7. dapat diketahui bahwa plot sampel dengan hari pengumpulan sampel H1 sampai H28 tidak menunjukkan pemisahan sampel serta pengelompokan sampel yang jelas antara sampel dengan variabel.



Gambar 6. Sampel Plot Kacang Ercis Goreng (H1-H28) dan Variabel Plot yang Mempengaruhinya (Warna L^* , a^* , b^* , Kadar Air, FFA, dan PV).



Gambar 7. Sampel Plot Kacang Ercis Goreng (H1-H28) dan Variabel Plot yang Mempengaruhinya (Rasa, Tekstur, Aroma, Warna, dan *Overall* Kesukaan).

Grafik biplot hasil analisis sampel menggambarkan hubungan antara variabel dan sampel secara keseluruhan. Jarak antara titik variabel menunjukkan hubungan di antara variabel. Interpretasi untuk titik-titik sampel sama dengan interpretasi variabel. Hubungan antara dua titik sampel dapat dilihat dengan membandingkan jaraknya dengan titik-titik dari variabel. Titik-titik sampel yang berdekatan menunjukkan bahwa sampel-sampel tersebut sama, sedangkan titik-titik sampel yang berjauhan menunjukkan hal yang sebaliknya (Pratama *et al.*, 2012). Kadar air, *free fatty acid*, dan *peroxide value* memiliki mutu yang tidak konsisten apabila ditinjau dari SPC, akan tetapi tidak berpengaruh terhadap penerimaan sensori panelis. Sampel mengelompok tanpa pola tertentu yang menunjukkan bahwa kesukaan panelis terhadap atribut sensoris kacang ercis goreng yang meliputi rasa, tekstur, aroma, warna, dan *overall* kesukaan relatif sama antara sampel satu dengan sampel lainnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan kadar air, *free fatty acid*, dan *peroxide value* kacang ercis goreng yang dihasilkan memiliki mutu yang telah memenuhi standar yang ditetapkan namun proses produksi pada beberapa hari pengamatan menghasilkan rata-rata dan rentang mutu yang menyimpang dari batas. Namun penyimpangan yang terjadi tidak

terdeteksi oleh panelis. Faktor penyebab penyimpangan mutu dapat diketahui dengan lebih pasti melalui penelitian pada setiap faktor yang dicantumkan dalam *fishbone* diagram. Monitoring perlu dilakukan dengan rutin serta lebih dekat dengan proses produksi untuk mengetahui dengan pasti penyebab penyimpangan mutu produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, S. B. M., S. Y. Leong, C. Zhao, S. Baldwin, D. J. Burritt, D. Agyei, and I. Oey. (2021). Kinetics of Colour Development During Frying of Potato Pre-Treated with Pulsed Electric Fields and Blanching: Effect of Cultivar. *Foods*, 10(2307), 1-17. <https://doi.org/10.3390/foods10102307>
- Abdullah, S., dan Yustinah. (2020). Pemanfaatan Enceng Gondok sebagai Bio-Adsorben pada Pemurnian Minyak Goreng Bekas. *J. Konversi*, 9(2), 25-32. Retrieved from <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/konversi/article/view/8656>
- Aliya, L. S., Rahmi, Y., & Soeharto, S. (2016). Mi “Mocafle” peningkatan kadar gizi mie kering berbasis pangan local fungsional. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 3(1), 32-41. <https://doi.org/10.21776/ub.ijhn.2016.003.Suplemen.4>

- Arifianti, R. (2013). Analisis mutu produk sepatu Tomkins. *JDM: J. Dinamika Manajemen*, 4(1), 46-58. Retrieved from <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jdm/article/view/2423>
- Asrina, Jamaluddin, dan R. Fadilah. (2021). Mutu Keripik Salak (*Salacca zalacca*) pada Berbagai Variasi Temperatur dan Waktu Selama Penggorengan Hampa Udara. *J. Pendidikan Teknologi Pertanian*, 7(1), 67-78. <https://doi.org/10.26858/jptp.v6i2.12434>
- Fanani, N., dan E. Ningsih. (2018). Analisis Kualitas Minyak Goreng Habis Pakai yang Digunakan oleh Pedagang Penyetan di Daerah Rungkut Surabaya Ditinjau dari Kadar Air dan Kadar Asam Lemak Bebas (ALB). *J. Iptek Media Komunikasi dan Teknologi*, 22(2), 59-66. <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2018.v22i2.436>
- Hartatie, E. S. (2011). Kajian Formulasi (Bahan Baku, Bahan Pemantap) dan Metode Pembuatan Terhadap Mutu Es Krim. *J. Gamma*, 7(1), 20-26. Retrieved from <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/gamma/article/view/1415>
- Haryadi, Y. (2010). Peranan Penyimpanan dalam Menunjang Ketahanan Pangan. *J. Pangan*, 19(4), 345-359. Retrieved from <https://lontar.ui.ac.id/detail?id=20395312&lokasi=lokal>
- Hermanu, B. (2016). Implementasi Izin Edar Produk Pirt Melalui Model Pengembangan Sistem Keamanan Pangan Terpadu. *Seminar Nasional Multidisiplin Unisbank 2016, Semarang, Indonesia, July 2016*. Stikubank University, 2016. 424-435. Retrieved from <https://www.neliti.com/publications/174678/implementasi-izin-edar-produk-pirt-melalui-model-pengembangan-sistem-keamanan-pangan-terpadu>
- Iqbal, A., Rochima, E., dan Rostimi, I. (2016). Penambahan Telur Ikan Nilem Terhadap Tingkat Kesukaan Produk Olahan Stick. *J. Perikanan Kelautan*, 7(2), 150-155. Retrieved from <https://jurnal.unpad.ac.id/jpk/article/view/11376>
- Irvan, F. Arfi, dan Z. Ali. (2020). Analisis Kadar Air, Kadar Kotoran, dan Asam Lemak Bebas pada Inti Kelapa Sawit Secara Kuantitatif di PTPN 1 PKS Tanjung Seumentoh Aceh Tamiang. *Journal of Environmental Engineering*, 1(1), 19-26. <https://doi.org/10.22373/ljee.v1i1.847>
- Jamaluddin, Rahardjo, B., Hastuti, P., dan Rochmadi. (2011). Model Matematika Optimasi untuk Perbaikan Proses Penggorengan Vakum Terhadap Tekstur Keripik Buah. *Jurnal Teknik Industri*, 12(1), 82-89. Retrieved from <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/industri/article/view/659>
- Jolliffe, I. T. (2002). *Principal Component Analysis (2nd Edition)*. Springer, New York. <https://link.springer.com/book/10.1007/b98835>
- Kartika, H. (2013). Analisis Pengendalian Mutu Produk CPE Film Dengan Metode *Statistical Process Control* pada PT. MSI. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 1(1), 50-58. Retrieved from <https://adoc.pub/analisis-pengendalian-kualitas-produk-cpe-film-dengan-metode.html>
- Khoirunnisa, Z., A. S. Wardana, dan R. Rauf. (2019). Angka Asam dan Peroksida Minyak Jelantah dari Penggorengan Lele Secara Berulang. *Jurnal Kesehatan*, 12(2), 81-90. Retrieved from <https://journals.ums.ac.id/index.php/JK/article/view/9764>

- Latif, A. N., Burhan, A. H., Rini, Y. P., dan Mardiyarningsih, A. (2021). *Narrative Review: Analisis Kadar Asam Lemak Bebas dan Kadar Air dalam Minyak Jelantah Sawit*. *Jurnal Ilmu Kesehatan Bhakti Setya Medika*, 6(2), 73-82. <https://doi.org/10.56727/bsm.v6i2.60>
- Lempang, I. R., Fatimawali, dan Pelealu, N. C. (2016). Uji Kualitas Minyak Goreng Curah dan Minyak Goreng Kemasan di Manado. *Jurnal Pharmacon*, 5(4), 155-161. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/pharmacon/article/view/13987>
- Maharani, D. M., Bintoro, N., dan Rahardjo, B. (2012). Kinetika Perubahan Ketengikan (*Rancidity*) Kacang Goreng Selama Proses Penyimpanan. *Jurnal Agritech*, 32(1), 15-22. <https://doi.org/10.22146/agritech.9651>
- Manuel, S. E., M. Sumual, M., dan Taroreh, M. (2021). Pengaruh Blansing Terhadap Aktivitas Antioksidan Sari Buah Kersen (*Muntingia calabura L.*). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 6(3), 4020-4030. Retrieved from <https://ojs.uho.ac.id/index.php/jstp/article/view/18280>
- Midayanto, D. N., dan Yuwono, S. S. (2014). Penentuan Atribut Mutu Tekstur Tahu untuk Direkomendasikan Sebagai Syarat Tambahan dalam Standar Nasional Indonesia. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(4), 259-267. Retrieved from <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/98>
- Mustafidah, C., dan Widjanarko, S. B. (2015). Umur Simpan Minuman Serbuk Berserat dari Tepung Porang (*Amorphophallus oncophillus*) dan Karagenan Melalui Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2), 650-660. Retrieved from <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/186>
- Perkins, E. G. and Erickson, M. D.. (1996). *Deep Frying: Chemistry, Nutrition and Practical Applications*. AOCS Press, Champaign, Illinois. <https://doi.org/10.1002/food.19970410421>
- Pinandoyo, D. B., dan Masnar, A. (2019). Penerapan GMP pada UMKM Keripik SEMAT (Sehat dan Nikmat). *Agriculture Technology Journal*, 2(2), 51-68. <https://doi.org/10.32662/gatj.v2i2.722>
- Pratama, R. I., Sumaryanto, H., Santoso, J., dan Zahirudin, W. (2012). Karakteristik Sensori Beberapa Produk Ikan Asap Khas Daerah di Indonesia dengan Menggunakan Metode *Quantitative Descriptive Analysis*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 7(2), 117-130. Retrieved from <https://bbp4b.litbang.kkp.go.id/jurnal-jpbkp/index.php/jpbkp/article/view/253/95>
- Purnamasari, I. W. dan Putri, W. D. R. (2015). Pengaruh Penambahan Tepung Labu Kuning dan Natrium Bikarbonat Terhadap Karakteristik Flakes Talas. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(4), 1375-1385. Retrieved from <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/260>
- Ramadhani, F., dan Murtini, E. S. (2017). Pengaruh Jenis Tepung dan Penambahan Perenyah Terhadap Karakteristi Fisikokimia dan Orgnaoleptik Kue Telur Gabus Keju. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 5(1), 38-47. Retrieved from <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/496>

- Santoso, Rahmatuloh, M., dan Susanti, N. (2018). Aplikasi Pengolahan Data Barang Keluar pada Gudang Sepatu dengan Metode Fifo. *Jurnal Teknik Informatika*, 10(2), 20-26. Retrieved from <https://ejournal.ulbi.ac.id/index.php/informatika/article/view/438>
- Satyajaya, W., Setiani, S., dan Nur, M. (2018). Pengujian Asam Lemak Bebas dan Aktivitas Mikroba pada BMC-MP-ASI Buah Sukun dan Kacang Bengkuk Selama Penyimpanan. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 18(1), 91-100. Retrieved from <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTHP/article/view/171>
- Silalahi, R. L. R., Sari, D. P., dan Dewi, I. A. (2017). Pengujian *Free Fatty Acid* (FFA) dan *Colour* untuk Mengendalikan Mutu Minyak Goreng Produksi PT. XYZ. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 6(1), 41-50. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2017.006.01.6>
- Silvia, Hamdy, M.I., dan Yusnil, R. (2018). Analisa Beban Kerja Mental Operator Mesin *Dryer* Bagian *Auto Clipper* dengan Metode NASA-TLX. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian dan Karya Ilmiah dalam Bidang Teknik Industri*, 4(2), 83-90. <http://dx.doi.org/10.24014/jti.v4i2.7404>
- Siswanto, W., dan Mulasari, S. A. (2015). Pengaruh Frekuensi Penggorengan Terhadap Peningkatan Peroksida Minyak Goreng Curah dan Fortifikasi Vitamin A. *Jurnal Kesmas*, 9(1), 1-10. Retrieved from www.researchgate.net/publication/289357214_PENGARUH_FREKUENSI_PENGGORENGAN_TERHADAP_PENINGKATAN_PEROKSIDA_MINYAK_GORENG_CURAH_DAN_FORTIFIKASI_VITAMIN_A
- Sopianti, D. S., Herlina, dan Saputra, H. T. (2017). Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas pada Minyak Goreng. *Jurnal Katalisator*, 2(2), 100-105. Retrieved from <http://ejournal.lldikti10.id/index.php/katalisator/article/view/2408>
- Suandi, D. A. P., Suaniti, N. M., dan Putra, A. A. B. (2017). Analisis Bilangan Peroksida Minyak Sawit Hasil Gorengan Tempe pada Berbagai Waktu Pemanasan dengan Titrasi Iodometri. *Jurnal Kimia*, 11(1), 69-74. Retrieved from <https://erepo.unud.ac.id/id/eprint/9524/>
- Supriyadi, E. (2018). Analisis Pengendalian Kualitas Produk dengan *Statistical Process Control* (SPC) di PT. Surya Toto Indonesia, Tbk. *Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri*, 1(1), 63-73. Retrieved from <https://openjournal.unpam.ac.id/index.php/JITM/article/view/1410/0>
- Suroso, A. S. (2013). Mutu Minyak Goreng Habis Pakai Ditinjau dari Bilangan Peroksida, Bilangan Asam dan Kadar Air. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 1(1), 77-88. Retrieved from <http://ejournal2.bkpk.kemkes.go.id/index.php/jki/article/view/2882>
- Sutarsi, S., Rahardjo, B., dan Hastuti, P. (2009). Difusivitas Air pada Wortel Selama Penggorengan Hampa Udara. *Jurnal Agritech*, 29(3), 184-188. Retrieved from <https://jurnal.ugm.ac.id/agritech/article/view/9706>
- Widaningrum, Setyawan, N., dan Setyabudi, D. A. (2008). Pengaruh Cara Pembubuan dan Suhu Penggorengan Vakum Terhadap Sifat Kimia dan Sensori Keripik Buncis (*Phaseolus radiates*) muda. *Jurnal Pascapanen*, 5(2), 45-54. Retrieved from <https://repository.pertanian.go.id/items/625d2fa5-643a-4263-a158-6ac534613668>

- Winarno, F. G. (1997). *Kimia pangan dan Gizi*. Gramedia Utama Pusat, Jakarta. Retrieved from https://books.google.co.id/books/about/Kimia_Pangan_dan_gizi.html?id=_P4StAEACAAJ&redir_esc=y
- Yuwono, S. S., Imaroh, N. Z., dan Harijono. 2023. Pendugaan Umur Simpan dan Perubahan Asam Lemak Abon Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) Selama penyimpanan. *J. Teknologi Pertanian*, 24(3), 229-240. Retrieved from <https://jtp.ub.ac.id/index.php/jtp/article/download/1224/1146/6234>
- Zahra, S. L., Dwiloka, B., dan Mulyani, S. (2013). Pengaruh Penggunaan Minyak Goreng Berulang Terhadap Perubahan Nilai Gizi dan Mutu Hedonik pada Ayam Goreng. *Animal Agriculture Journal*, 2(1), 253-260. Retrieved from <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/aaj/article/view/2170/0>