DETEKSI FORMALIN PADA BUAH TOMAT (*Lycopersicum esculentum* Mill) DENGAN TEKNOLOGI HIDUNG ELEKTRONIK (*Electronic nose*)
(*Detect Formaldehyde on Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill)*
With Electronic Nose Technology)

Irfan Maibriadi¹, Ratna¹ Agus Arip Munawar^{1*}

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: aamunawar@unsyiah.ac.id

Abstrak, Tujuan dari penelitian ini adalah mendeteksi kandungan dan kadar formalin pada buah tomat dengan menggunakan instrument berbasis teknologi *Electronic nose*. Penelitian ini menggunakan buah tomat yang telah direndam dengan formalin dengan kadar 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan buah tomat tanpa perendaman dengan formalin (0%). Jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebanyak 18 sampel. Pengukuran spektrum beras menggunakan sensor *Piezoelectric Transducer*. Klasifikasi data spektrum buah tomat menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dengan *pretreatment* nya adalah *Gap Reduction*. Hasil penelitian ini diperoleh yaitu: Hidung elektronik mulai merespon aroma formalin pada buah tomat pada detik ke-8.14, dan dapat mengklasifikasikan kandungan dan kadar formalin pada buah tomat pada detik ke 25.77. Hidung elektronik yang dikombinasikan dengan metode *principal component analysis* (PCA) telah berhasil mendeteksi kandungan dan kadar formalin pada buah tomat dengan tingkat keberhasilan sebesar 99% (PC-1 sebesar 93% dan PC-2 sebesar 6%). Perbedaan kadar formalin menjadi faktor utama yang menyebabkan *Elektronik nose* mampu membedakan sampel buah tomat yang diuji, karena semakin tinggi kadar formalin pada buah tomat maka aroma khas dari buah tomat pun semakin menghilang, sehingga *Electronic nose* yang berbasis kemampuan penciuman dapat membedakannya.

Kata kunci : Tomat, Formalin, *Electronic nose*, PCA.

Abstract, The purpose of this study is to detect the contents and levels of formalin in tomatoes by using instruments based on *Electronic nose technology*. This study used tomatoes that have been soaked in formalin with a concentration of 0.5%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% and tomatoes without soaking with formalin (0%). The samples in this study were 18 samples. The measurements of the intensity on tomatoes aroma were using *Piezoelectric Transducer* sensors. The classification of tomato spectrum data was using the *Principal Component Analysis* (PCA) method with *Gap Reduction* pretreatment. The results of this study were obtained: the *Electronic nose* began to respond the smell of formalin on tomatoes at 8.14 seconds, and it could classify the content and formalin levels in tomatoes at 25.77 seconds. *Electronic nose* combined with the principal component analysis (PCA) method have successfully detected the content and levels of formalin in tomatoes with a success rate at 99% (PC-1 of 93% and PC-2 of 6%). The difference of grade formalin levels is the main factor that causes *Electronic nose* to be able to distinguish the tomato samples tested, because the higher of formalin content in tomatoes, the distinctive of tomatoes aroma is increasingly disappearing. Thereby, the *Electronic nose* based on the olfactory ability can distinguish them.

Keywords: Tomato, Formalin, *Electronic nose*, PCA.

PENDAHULUAN

Buah tomat merupakan salah satu komoditas sayuran yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan berpotensi untuk diekspor. Permintaan pasar (konsumen) terhadap produksi tomat dunia cenderung terus meningkat dari waktu ke waktu sejalan dengan meningkatnya rata-rata konsumsi diberbagai negara (Fauziati, 2004).

Seperti buah atau sayuran pada umumnya, buah tomat juga merupakan komoditi yang cepat mengalami pembusukan. Hal ini karena setelah dipetik, buah-buahan akan kehilangan suplai air dari pohon induknya, sedangkan proses respirasi masih terus berlangsung. Dengan kadar air yang cukup tinggi yaitu berkisar antara 75-95% (Sacharow dan Griffin, 1970).

Penggunaan formalin dapat memperpanjang umur simpan buah tomat, namun kualitas buah tomat menjadi menurun bahkan buah tomat menjadi berbahaya jika dikonsumsi.

Tampilan buah yang menarik membuat pembeli susah membedakan antara buah tomat segar dengan buah tomat yang mengandung formalin. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah alat yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini, sehingga pembeli dapat mengetahui ciri ciri buah tomat yang sehat dengan buah tomat yang mengandung formalin. Salah satu alat yang dapat digunakan adalah hidung elektronik (*Electronic nose*).

Electronic nose merupakan sebuah alat atau instrument yang digunakan untuk mendeteksi bau atau aroma dan bersifat *Non destructive*. Alat ini memiliki kemampuan seperti indera penciuman manusia atau biasa dikenal dengan *Olfaktori elektronik*. *Elektronik nose* terdiri atas larik dengan beberapa sensor gas yang memiliki selektivitas global. Dengan adanya sensor gas tersebut, maka *Elektronik nose* dapat meniru struktur larik dan *olfaktori* indera penciuman manusia. Oleh karena itu, hasil dari hidung elektronik berupa beberapa pola yang mewakili setiap aroma sehingga dapat digunakan dalam penerapan aplikasi identifikasi, perbandingan, kuantifikasi dan klasifikasi sesuai dengan aroma.

Tujuan dari Penelitian ini adalah untuk mendeteksi kandungan dan kadar formalin pada buah tomat dengan memanfaatkan instrumen berbasis teknologi *Electronic nose*.

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2018. Tempat penelitian di Laboratorium Instrumentasi dan Energi, Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah hidung elektronik, kompartemen, laptop, dan alat alat pembantu lainnya. Dan aplikasi olah data yang digunakan adalah unscramber. Sedangkan bahan yang akan digunakan adalah buah tomat yang telah direndam dengan larutan formalin dengan variasi konsentrasi 0.5%, 1%, 2%, 3%, dan 4%, selama 30 menit, serta buah tomat tanpa perendaman dengan formalin. Masing masing sampel terdiri dari 3 buah tomat.

Persiapan Buah Tomat

Penelitian ini menggunakan buah tomat yang telah direndam dengan larutan formalin dan buah tomat tanpa perendaman dengan formalin. Jumlah sampel yang digunakan adalah sebanyak 18 sampel yang terdiri 15 sampel buah tomat yang telah direndam dengan larutan formalin dengan kadar 0.5%, 1%, 2%, 3%, dan 4% (masing masing kadar 3 buah tomat) dan 3 sampel dengan tanpa perendaman formalin.

Pengukuran Intensitas Sinyal Aroma

Pengukuran intensitas sinyal aroma dilakukan dengan menggunakan instrumen berbasis teknologi *Electronic nose* dengan bantuan dari sensor *Piezoelectric transducers*. Fungsi dan proses pada instrumen berbasis teknologi *Electronic nose* dengan menggunakan sebuah sensor sama seperti proses pada hidung manusia. Setelah sensor merasakan aroma kemudian menghasilkan pola berdasarkan jenis aroma.

Pengolahan Data

Noise Reduce (Gap Reduction)

Pengaplikasian instrumen berbasis teknologi *Electronic nose* pada buah tomat dapat dipengaruhi oleh *noise* yang akan menyebabkan intensitas sinyal pola aroma buah tidak jelas,

aroma buah tomat bisa saja tercampur dengan aroma parfum atau aroma lainnya. Oleh sebab itu maka diperlukan suatu metode yang dapat menyaring atau mereduksi sinyal-sinyal yang dianggap sebagai *noise*. Pretreatment yang digunakan untuk mereduksi *noise* pada penelitian ini yaitu metode *gap reduction*.

Outlier Removal

Outlier removal dengan menggunakan metode *Principal Component Analysis* (PCA) dan *hotelling t^2 ellipse* merupakan salah satu cara untuk menganalisa data pencilan. Data yang diambil adalah data yang berada didalam garis elips, jika berada di luar garis elips maka data itu merupakan data pencilan (*outlier*) dan harus dihilangkan (*remove*).

Klasifikasi Buah Tomat Berdasarkan Kandungan dan Kadar Formalin

Klasifikasi buah tomat dilakukan setelah tipikal pola intensitas sinyal aroma dari formalin pada buah tomat didapatkan. Deteksi formalin pada buah tomat diprediksi dengan cara membangun model persamaan matematik berdasarkan data intensitas sinyal aroma yang merupakan nilai dari reseptor. Model prediksi dibangun dengan menggunakan metode *Principyal Component Analysis* (PCA). Proses klasifikasi akan menghasilkan beberapa data yaitu rentang waktu respon dan data intensitas sinyal aroma.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persiapan Buah Tomat

Penelitian ini menggunakan buah tomat yang telah direndam dengan larutan formalin dan buah tomat tanpa perendaman dengan formalin. Buah tomat yang digunakan merupakan buah tomat yang ada dipasar rukoh, kecamatan Syiah Kuala, Banda Aceh. Adapun jumlah sampel yang digunakan adalah berjumlah 18 sampel, dimana terdiri dari 15 sampel buah tomat yang telah direndam dengan formalin dan 3 sampel dengan tanpa perendaman.

Kadar formalin yang digunakan dalam proses perendaman buah tomat bervariasi. Hal ini bertujuan untuk menguji sensitivitas alat dalam mendeteksi formalin pada buah tomat. Formalin yang digunakan adalah jenis formaldehid dengan kadar 37%. Selanjutnya formaldehid tersebut diencerkan menjadi beberapa konsentrasi, yaitu 0.5%, 1%, 2%, 3%, dan 4% dan 5%.

Uji Formalin

Sebelum dilakukan pengukuran intensitas sinyal aroma pada buah tomat, terlebih dahulu dilakukan pengujian intensitas sinyal aroma pada formalin. Hal ini bertujuan agar data yang diperoleh pada saat pengukuran intensitas sinyal aroma pada buah tomat adalah benar benar data formalin yang tercium oleh hidung elektronik.

Gambar 1. Intensitas Sinyal Aroma Formalin

Pada gambar 1 diatas, terlihat bahwa hidung elektronik dapat mencium aroma formalin dengan baik, bahkan dapat mendeteksinya pada detik 1.16s.

Pengukuran Intensitas Sinyal Aroma Pada Buah Tomat

Pengukuran dilakukan sebanyak 3 kali ulangan pada masing – masing sampel. Hal tersebut dilakukan agar data pengukuran tersebut menjadi akurat dan tersimpan dalam bentuk tabel. Pengukuran buah tomat yang berulang secara berbeda bertujuan agar aroma dari buah tomat tersebut tidak bercampur.

Sebelum dilakukan pengukuran intensitas sinyal aroma pada buah tomat dengan hidung elektronik, diperlukan penyetingan agar alat dapat bekerja dengan baik. Penyetingan yang dilakukan diantaranya yaitu menyambungkan instrumen ke laptop dengan bantuan kabel *universal serial bus* untuk mendapatkan energi listrik, mengatur rentang waktu proses pengukuran intensitas sinyal aroma (*time span*), mengatur jumlah reseptor dan folder keluaran dari nilai yang didapat dalam bentuk tabel. *Time span* diatur selama 40 detik dan reseptor diatur sebanyak 800. Setiap reseptor mempunyai nilai yang berbeda-beda, semakin banyak reseptor maka semakin pendek pula *time span* yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai intensitas sinyal aroma dari buah tomat.

Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari hasil pengukuran intensitas sinyal aroma harus diolah dahulu karena data tersebut masih mengandung *error*. Pengolahan data yang dilakukan yaitu *filtering signal* pada instrumen berbasis teknologi *Electronic nose* dengan menggunakan metode *gap reduction* serta dilakukan proses *outlier removal* untuk menghilangkan data pencilan dengan metode PCA dan *hotteling T² ellipse*.

Filtering Sinyal Pada Instrumen Berbasis Teknologi *Electronic Nose*

Pada gambar 2 dibawah dapat dilihat bahwa begitu banyak terdapat noise (*error*) yang menyebabkan pola intensitas sinyal aroma buah tomat tidak terlihat. Hal tersebut terjadi dikarenakan sensor mencium aroma lain di sekitar kompertemen.

Gambar 2. Pola Intensitas Sinyal Aroma Buah tomat dengan noise

Noise yang ada pada data *spectrum* sinyal aroma harus dikurangi atau direduksi agar pola *spectrum* sinyal aroma dari buah tomat berformalin dengan buah tomat tanpa formalin dapat terlihat dengan jelas. Maka selanjutnya digunakan metode *gap reduction*. Secara umum metode *gap reduction* dapat diartikan sebagai penarikan garis luar mendekati ke garis dalam dengan menggunakan *threshold*. Metode ini juga dapat dianalogikan sebagaimana pembuatan

layer baru pada photoshop, dengan menggunakan *threshold* maka bentuk dari objek tertentu akan terlihat jelas, sehingga objek dapat dipilih dan dipindahkan dengan mudah. Gambar *spectrum* sinyal aroma yang sudah di *gap reduction* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Pola Intensitas Sinyal Aroma Buah Tomat Tanpa *noise*

Outlier Removal

Analisa data intensitas sinyal buah tomat yang akan dilakukan yaitu dengan *outlier removal*. Metode PCA dan metode *hotelling T²ellipse* diterapkan pada data intensitas sinyal aroma. Jika ada data diluar ellipse, maka data tersebut dianggap sebagai data pencilan (*outlier*) dan data tersebut di hapus. Setelah dilakukan metode *hotelling T²ellipse* tidak ditemukan adanya data pencilan sehingga data intensitas sinyal aroma buah tomat tidak ada yang perlu di hapus. *Outlier removal* pada buah tomat dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. *outlier removal* Buah Tomat

Klasifikasi Buah Tomat Menggunakan Metode PCA

Klasifikasi aroma buah tomat menggunakan nilai-nilai dari reseptor *Electronic nose*. Reseptor yang telah diatur memiliki nilai yang berasal dari pengukuran intensitas sinyal aroma buah tomat, lalu selanjutnya dilakukan metode PCA untuk mendapatkan waktu rentang klasifikasi buah tomat berformalin dengan buah tomat tanpa formalin.

Gambar 5. Rentang Waktu Klasifikasi Buah Buah Tomat Berformalin dan Tanpa Formalin

Gambar 5 menjelaskan bahwa instrumen berbasis teknologi *electronic nose* dapat membedakan buah tomat berformalin dengan buah tomat tanpa formalin pada rentang waktu 25.774 detik (titik paling jauh dari garis adalah titik yang menjadi acuan sebagai waktu untuk instrument melakukan klasifikasi). Pada detik ke 8.14, hidung elektronik sudah mulai merespon adanya perbedaan aroma yang dihasilkan, namun responnya masih kecil. Begitu juga pada detik ke 17.34 dimana responnya sudah mulai meningkat sampai pada titik tertinggi yaitu pada detik ke 25.77.

Setelah didapatkan rentang waktu untuk klasifikasi selanjutnya dilihat apakah *Electronic nose* dapat mengklasifikasi buah tomat berformalin dengan buah tomat non formalin. Setelah dilakukan pengolahan data didapatkan bahwa *Electronic nose* dengan menggunakan nilai dari 800 reseptor dapat mengklasifikasikan buah tomat dengan baik.

Gambar 5. Klasifikasi Buah Tomat Berformalin Dengan Buah Tomat Tanpa Formalin

Berdasarkan gambar 5 diatas, terlihat bahwa klasifikasi dengan metode PCA menghasilkan data yang dapat membedakan antara buah tomat tanpa formalin dan buah tomat dengan menggunakan formalin. Buah tomat dengan tanpa formalin (0%) dan buah tomat dengan menggunakan formalin (0.5%, 1%, 2%, 3%, dan 4%) terlihat jelas dan berada pada sisi yang berbeda. Posisi buah tomat dengan kadar formalin 0% berada terpisah dengan sampel buah tomat lainnya yang menggunakan formalin. Begitu juga dengan buah tomat yang menggunakan formalin, masing – masing juga terpisah antara satu dengan lainnya berdasarkan kadar formalin yang dimilikinya. Posisi ini dapat diketahui karena pengaturan warna disaat pengolahan data (*sample grouping*).

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan buah tomat yang telah diketahui mengandung formalin dan buah tomat yang tidak mengandung formalin. Hal ini bertujuan agar data yang didapatkan supaya bisa dijadikan acuan untuk mendeteksi kandungan formalin pada buah tomat lainnya tanpa diketahui kandungan formalin sebelumnya. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, semakin tinggi kandungan formalin maka bau yang dihasilkan juga semakin tinggi dan aroma buah aslinya semakin hilang. Menurut Layla (2013), cara untuk mengenal adanya formalin pada buah yaitu dengan mengamati baunya, jika bau khasnya hilang maka buah itu mengandung formalin. Namun demikian, perbedaan aroma buah tomat baik yang mengandung formalin atau tidak, masih sangat sulit dideteksi oleh hidung manusia karena perbedaannya sangat kecil.

Setelah dilakukan percobaan pendeteksian kandungan formalin dengan teknologi hidung elektronik dan PCA sebagai metode pengolahan datanya didapatkan hasil deteksi kandungan formalin pada buah tomat seperti yang terlihat pada gambar 10 diatas. Dimana hidung elektronik mampu memisahkan sampel sampel buah tomat berdasarkan kandungan formalinnya. Pada prinsipnya elektronik nose merupakan suatu alat yang berfungsi layaknya hidung manusia. *Electronic nose* yang diciptakan untuk meniru sistem indera penciuman pada manusia dan mampu mendeteksi unsur-unsur kimia pada aroma yang diterima dari berbagai sumber (Desmukh et.al., 2015).

Konsep instrumen berbasis teknologi *electronic nose* sama seperti konsep hidung manusia yang bekerja sama dengan otak. Setiap proses pengenalan pola aroma yang dibantu dan disimpan oleh memori dalam berbentuk data yang dapat mengidentifikasi, mengklasifikasi bahkan melakukan analisis hedonic. Secara umum data yang diperoleh berbentuk algoritma, normalisasi data merupakan langkah pertama untuk pengklasifikasian. Identifikasi dapat dilakukan berdasarkan data-data yang dihasilkan oleh sensor yang digunakan (Deshmukh et al., 2015).

Pengujian dengan hidung elektronik ini merupakan pengujian non destruktif/tidak merusak bahan yang diuji. Namun dalam uji formalin pada buah tomat ini terdapat juga beberapa penelitian yang menggunakan pengujian destruktif. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Khasianturi tahun 2016 yang melakukan uji kandungan formalin pada buah nenas dan papaya dengan metode uji organoleptik. Hasil penelitiannya menjelaskan bahwa hasil dari uji organoleptik dengan parameter warna, aroma, dan tekstur terdapat perbedaan pada sampel buah dari pedagang buah yang berbeda. Uji warna dilakukan dengan menggunakan pereaksi Schiff. Hasil uji warna menunjukkan semua sampel tidak mengandung formalin, ditandai dengan larutan berwarna kuning. Dengan menggunakan metode uji organoleptik memang akan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang cara mudah mengetahui buah buahan yang mengandung formalin dengan melihat warna, bau dan tekstur buah. Namun demikian metode ini merupakan metode yang dalam pengujiannya harus merusak buah/destruktif dan hasil prediksinya kurang akurat.

Untuk metode non destruktif sendiri, terdapat sebuah metode yang telah dilakukan pengujian deteksi formalin pada buah, Seperti penelitian Fitria tahun 2013 yang menggunakan metode LSI(Laser Spekel Imaging) untuk mendeteksi kandungan formalin pada buah tomat. Dalam penelitiannya Fitria menjelaskan bahwa perubahan nilai kontras pola spekel dari buah tomat dapat digunakan untuk membedakan buah tomat yang berformalin dengan yang tidak berformalin dimana nilai kontras buah tomat berformalin lebih kecil dibandingkan dengan nilai kontras buah tomat tanpa formalin. Walaupun secara garis besar penelitian ini jauh berbeda dengan penelitian yang peneliti lakukan, dimana penelitian Fitria berfokus pada cahaya, sedangkan penelitian peneliti berfokus pada bau/aroma, namun kedua metode ini merupakan metode yang dapat mendeteksi kandungan formalin dengan baik.

Adanya formalin dalam suatu makanan dapat disebabkan karena kontaminasi dari kontak fisik antara penjual dengan pembeli atau hasil dari kontaminasi udara disekitar lingkungan. Menurut Winarno (2004) setiap hari kita menghirup formalin dari lingkungan sekitar. Dalam skala kecil, formaldehida sebutan lain untuk formalin secara alami ada di alam. Contohnya gas penyebab bau kentut atau telur busuk. Di udara ia terbentuk dari pembakaran gas metana dan oksigen yang ada di atmosfer, dengan bantuan sinar matahari. Formalin mudah larut dalam air sampai kadar 55 %, sangat reaktif dalam suasana alkalis, serta bersifat sebagai zat pereduksi yang kuat, mudah menguap karena titik didihnya rendah yaitu -210C.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Adapun berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hidung elektronik yang dikombinasikan dengan metode PCA telah berhasil mendeteksi kandungan dan kadar formalin pada buah tomat dengan tingkat keberhasilan sebesar 99% (PC-1 sebesar 93% dan PC-2 sebesar 6%).
2. Hidung elektronik dapat mengklasifikasikan kandungan dan kadar formalin pada rentang waktu 25.774 detik.

Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan konsentrasi formalin yang lebih rendah dan dengan menggunakan sampel buah tomat diberbagai pasar yang ada dibanda aceh atau daerah – daerah lainnya untuk mengidentifikasi apakah buah tomat tersebut mengandung formalin atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- Deshmukh, S. R. Bandyopadhyay, N. Bhattacharyya, R.A. Pandey, A. Jana. 2015. Application of electronic nose for industrial odors and gaseous emissions measurement and monitoring. *Talanta*. 144: 329-340.
- Fitrya, N. Harmadi. Sandra. 2013. Analisis Kontras Spekel menggunakan LSI (*Laser Speckel Imaging*) untuk Mendeteksi Formalin pada Tomat (*Lycopersicum Esculentum Mill*). Vol. 5. Hal. 80.
- Khasianturi, V. 2016. Uji Kandungan Formalin Pada Buah Pepaya (*Carica Papaya L.*) Dan Buah Nanas (*Ananas Comosus L.*) Yang Di Jual Dilingkungan Uin Raden Fatah Palembang Dengan Metode Spektrofotometri. Vol. 5. hal. 78.
- Laila, T.M. 2013. Bahan Berbahaya Di Sekitar Kita. Solo. Aqwamedika.
- Sacharow, S., and R.C. Griffin. 1978. Food Packaging. AVI Publ. Inc., Westport.
- Winarno, F.G. 2004. *Keamanan Pangan* Jilid 1. Bogor: M-Brio Press.