

Perancangan *Enose* sebagai Alat Uji Cepat Mutu Beras Aromatik

Sari Wijayanti¹, Etika Kartikadarma², Sari Ayu Wulandari³

^{1,2}Prodi Teknik Informatika – Fakultas Ilmu Komputer – Universitas Dian Nuswantoro Semarang

E-mail : sari.wijayanti@dsn.dinus.ac.id, etika@dsn.dinus.ac.id

³Prodi Teknik Elektro – Fakultas Teknik – Universitas Dian Nuswantoro Semarang

Email : sariayukudus@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dibuat sistem olfaktori elektronik atau *electronic nose (enose)* sebagai instrumen elektronik handal dan cerdas untuk analisis kimia berdasarkan aroma. Sementara target dari penelitian ini adalah terkait dengan kemampuan dan kemandirian tim peneliti di Universitas Dian Nuswantoro dalam membuat komponen *enose* dengan bahan dan performa berkualitas tinggi untuk menekan harga yang seharusnya diimpor seperti pompa mikro dan komponen elektromekanik.

Motivasi dilakukannya penelitian adalah untuk menyediakan instrumen kendali mutu dengan kemampuan sangat memadai, harga terjangkau dan dapat diterapkan pada industri kecil (UKM) sehingga meningkatkan daya saing produksinya. Diharapkan bahwa *enose* ini dapat digunakan sebagai salah satu instrumen uji mutu sesuai Standar Nasional Indonesia. *Enose* saat ini merupakan penyempurnaan dari generasi sebelumnya yang mencakup bagian larik sensor (terdiri atas larik berbagai macam sensor gas oksida logam (*metal-oxide*)), sistem penanganan aroma (*odor handling dan delivery system*), mikroSD, sistem ekstraksi ciri, sistem pengenalan pola dan sistem klasifikasi. Dengan semakin banyaknya sensor yang dipakai dalam *enose*, maka pembentukan pola akan semakin presisi sehingga diharapkan performa sistem pengenalan dan klasifikasi pola pada generasi ini juga semakin baik. Dari segi harga, *enose* akan sangat bersaing jika dibandingkan dengan *enose* komersial di pasar internasional

Kata kunci : *enose, ekstraksi ciri, klasifikasi*

1. PENDAHULUAN

Salah satu kekayaan alam Indonesia adalah keanekaragaman tanaman tropika. Padi aromatik merupakan bagian kecil yang istimewa dari kelompok padi karena memiliki mutu beras yang baik. Beras-beras aromatik berbeda dari beras-beras biasa dalam hal kualitas sensori aromanya, perbedaannya yaitu aroma wangi dan karakteristik kualitas beras [1]. Beras aromatik sangat disukai oleh konsumen karena aromanya yang wangi dan tekstur nasi yang pulen. Tetapi mempunyai harga yang cukup tinggi.

Persyaratan kualitatif mutu beras yang ditentukan oleh Bulog secara subjektif yang meliputi aroma, suhu, hama penyakit dan bahan kimia. Persyaratan tersebut tidak dapat ditentukan dalam satu stuan, tetapi dinyatakan dengan membandingkan terhadap contoh. Aroma beras yang tidak disenangi adalah bau apek dan bau alkoholik. Aroma apek terutama disebabkan oleh hasil fermentasi gula [2].

Laboratorium Flavor Balai Besar Penelitian Tanaman Padi (BB Padi) selama ini dijadikan pusat penelitian padi sebagai tempat menganalisis *flavor* (aroma) dan sensori (organoleptik) beras serta komoditas pertanian lainnya. Pengujian aroma yang dilakukan melalui Laboratorium Flavor BB Padi selain membutuhkan waktu yang lama dan harga yang tidak murah tentunya.

Harapan baru sebagai alternative sebagai instrument uji bahan baku yang cepat namun cukup akurat adalah *electronic nose* (selanjutnya disingkat *enose*) [3]. Dengan *enose*, mutu beras dapat diuji berdasarkan aromanya. Cara kerja *enose* sebenarnya menirukan cara kerja *human panel sistem* menggunakan indera penciuman manusia yang terlatih atau *expert*. Bagian utama dari *enose* terdiri dari larik sensor gas, sistem akuisisi data dan sistem pengenalan pola.

Sebagai gambaran, aplikasi dari *enose* sangat luas mencakup bidang medis [3][4], dapat juga untuk pengamatan secara *real time* proses pemasakan tomat berdasarkan aroma tomat juga berhasil diterapkan oleh Gomez [5]. Begitu potensialnya aplikasi *enose*, maka penelitian ini adalah sangat urgen dan penting untuk dilakukan di Indonesia.

2. KAJIAN PUSTAKA

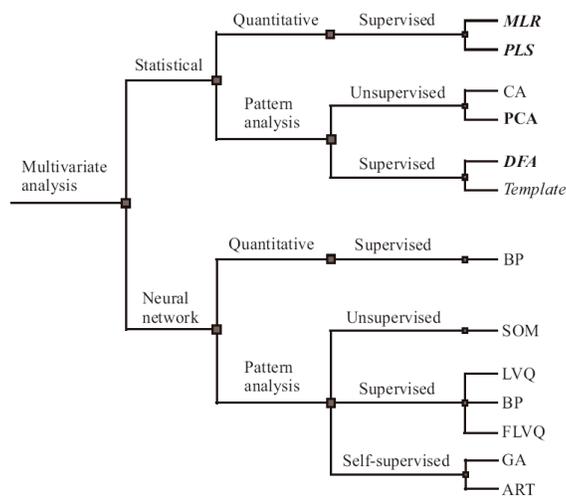
Pada tahun 2003 sedikitnya ada 17 perusahaan besar yang memproduksi dan memasarkan *enose* di seluruh dunia [2]. [5] dalam makalah reviewnya mengemukakan aplikasi sistem olfaktori dalam bidang medis. Dalam uraiannya, *enose* cenderung berfungsi sebagai diagnosis dini beberapa penyakit seperti kanker paru-paru dan *melanoma*. Hal ini senada dengan hasil kajian [6], yakni aplikasi *enose* untuk deteksi dini kanker paru-paru. Prinsip kerja dari *enose* dalam hal ini adalah pada analisis pernafasan pasien (*exhaled breath analysis*).

Tabel 1. Beberapa algoritma pre-processing berbeda telah digunakan untuk membangun parameter statis x_{ij} ; frekuensi (f), resistansi (R), konduktansi (G), sinyal (s), baseline (0), sensor (i), odour (j) (Gardner dan Yinon, 2004).

Method	Generalised formulae	Sensor type	Specific formulae
Difference	$x_{ij} = (y_s - y_0)$	SAW	$x_{ij} = (f_s - f_0)$
Difference	$x_{ij} = (y_s - y_0)$	BAW	$x_{ij} = (f_s - f_0)$
Difference	$x_{ij} = (y_s - y_0)$	Metal oxide resistor	$x_{ij} = (R_s - R_0)$
Difference	$x_{ij} = (y_s - y_0)$	Metal oxide resistor	$x_{ij} = (G_s - G_0)$
Relative	$x_{ij} = y_s/y_0$	Metal oxide resistor	$x_{ij} = R_s/R_0$
Relative	$x_{ij} = y_s/y_0$	Polymer resistor	$x_{ij} = R_s/R_0$
Fractional change	$x_{ij} = (y_s - y_0)/y_0$	Polymer resistor	$x_{ij} = (R_s - R_0)/R_0$
Fractional change	$x_{ij} = (y_s - y_0)/y_0$	Metal oxide resistor	$x_{ij} = (G_s - G_0)/G_0$
Log parameter	$x_{ij} = \ln(y_s/y_0)$	Metal oxide resistor	$x_{ij} = \ln(R_s/R_0)$

Enose dapat juga membedakan antara sel tumor *in vitro*, yang berarti berpotensi untuk tes skrining kanker. Dalam hal ini sel tumor dapat diidentifikasi satu sama lain yang meliputi *adenocarcinoma*, *squamous cell carcinoma*, dan *mesothelioma*, serta dari *normal fibroblast* dan *smooth muscle cells* [2]. Masih dengan aplikasi dalam bidang medis, [6] juga telah melakukan kajian awal atas kemungkinan diagnosis *urinary tract cancer* dengan enose. Satu lagi contoh aplikasi enose dalam bidang medis adalah untuk mendeteksi *mycobacterium tuberculosis* atau TB secara *in vitro* dan *in situ*. dibatasi, mengatur daftar pengguna untuk menentukan dengan siapa berbagi koneksi, dan melihat serta menelusuri daftar koneksi yang dibuat oleh diri sendiri maupun orang lain dalam sistem [1].

Keberhasilan aplikasi enose yang telah diuraikan di atas tidak bisa lepas dari pra-pemrosesan (*pre-processing*) seperti dirangkum dalam Tabel 1. Selain bagian sistem penanganan aroma (*aroma handling dan delivery system*), *pre-processing* mutlak ditambahkan dalam enose. Penentuan metode *pre-processing* yang dipilih sangat erat hubungannya dengan karakteristik data hasil deteksi larik sensor yang digunakan.



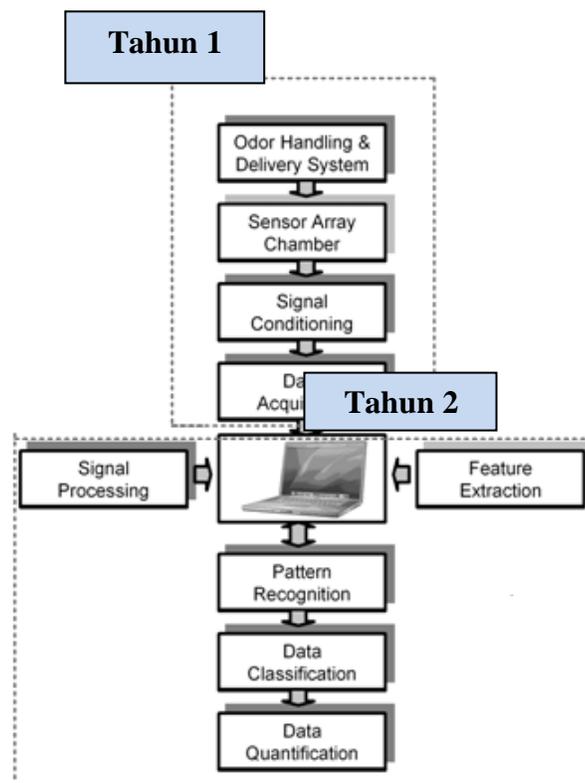
Gambar 1. Teknik pemrosesan data multivariasi yang biasa diterapkan dalam enose [6]

Penyempurnaan sistem pengenalan pola yang umum dilakukan dalam enose komersial dilukiskan dalam Gambar 1. Dari sekian banyak teknik pemrosesan data multivariasi yang dipakai dan paling sederhana adalah teknik propagasi balik atau *back-propagation* (BP) [6].

3. METODOLOGI

3.1 . Desain Penelitian

Sesuai dengan masalah yang akan dipecahkan, maka desain penelitian yang akan dikaji dibagi dalam 2 tahap (2 tahun) seperti dilukiskan dalam Gambar 2. Pada tahap I telah dilakukan rancang bangun hardware enose portable. Portable enose ini sudah mampu melakukan karakterisasi aroma, menggunakan tegangan keluaran dari masing-masing larik sensor. Hingga selesainya tahap 1 ini, seluruh hardware sudah mencapai nilai stabil dalam pengukuran tegangan keluaran sensor, dari 6 sensor yang digunakan hanya ada 1 sensor yaitu TGS825 yang mempunyai keluaran yang tidak stabil. Uji kestabilan sensor dilakukan dengan menggunakan analisis PCA (Principal Component Analysis) 1 dimensi. Dengan menggunakan PCA 2 dimensi, portable enose telah dapat melakukan pengelompokan aroma, jika pengukurannya dilakukan secara berurutan. Namun enose belum dapat melakukan pengelompokan aroma terutama pada aroma kunyit, bawang putih dan kayu manis, pada pengukuran aroma yang acak. Beberapa perunutan error dilakukan dengan menggunakan diagram tulang ikan, baru kemudian tiap-tiap cabangnya dianalisis dengan menggunakan metode analisis regresi. Regresi polinomial menunjukkan tingkat korelasi (R^2) yang tinggi dibandingkan dengan regresi kuadrat kecil yang lain, seperti regresi linier, eksponensial, kuadratik dan logaritmik. Dari perunutan error tersebut, dihasilkan keputusan penggunaan vacuum dan analisis penggunaan sensor. Hal ini akan dijadikan sebagai umpan balik bagi penelitian tahap ke-2.



Gambar 2. Tahapan desain penelitian selama 2 tahun

Pada tahap I, penelitian difokuskan pada perancangan perangkat keras sistem dimulai dari sinkronisasi desain sistem kendali pusat dengan desain sistem sirkuit elektronik yang telah disiapkan pada tahap sebelumnya. Selain itu komponen-komponen alat lainnya seperti larik sensor rasa, sistem supply energi dan MikroSD juga dirangkai dalam sistem ini. Karena kerumitannya maka diusahakan sistem sirkuit elektronik dibuat di atas PCB. Stabilitas sensor larik ditunjukkan setelah catudaya dihidupkan selama 10 menit. Setelah 10 menit, portable enose baru dapat digunakan dan dapat melakukan pengujian dengan sempurna. Seluruh penelitian tahap I telah dilakukan, maka selanjutnya data-data hasil penelitian tahap tersebut dijadikan sebagai obyek kajian untuk penelitian tahap II.



Gambar 3. Tahap II penelitian yang telah dilakukan, yakni tahap kajian teoritis, komputasi dan modeling berdasarkan data Tahap I.

Pada tahap II, dilakukan pembuatan perangkat lunak atau *software* untuk otomatisasi dan sistem pengenalan pola berbasis jaringan syaraf tiruan propagasi balik (BP) yang dikombinasikan dengan FLVQ serta sistem klastering data berbasis *principle component analysis* (PCA)

3.2 . Pengujian Sistem

Pengujian sistem terdiri dari otomatisasi pengkondisi larik sensor rasa, pengkondisi sinyal, serta bagian akuisisi data juga diuji menggunakan data riil hasil pengukuran masing-masing sensor gas secara menggunakan sistem data . Sistem dianggap bekerja dengan baik jika output dari larik sensor gas yang berupa perubahan tegangan bisa diolah oleh rangkaian pengkondisi sinyal. Selanjutnya, data output dari pengkondisi sinyal ditangkap oleh sistem akuisisi data secara otomatis. Dalam sistem akuisisi data ini terdapat mikrokontroler yang terhubung dengan bagian MikroSD. Berikutnya, Data larik dari sistem akuisisi data yang tersimpan dalam mikroSD selanjutnya pada tahap ke 2 dibandingkan dengan hasil keluaran sensor larik yang real time, menggunakan metode jaringan syaraf tiruan pada mikrokontroller sebagai sistem kendali pusat dan pengenalan pola. Pengujian sistem dilakukan dengan menggunakan 2 metode yaitu PCA yang digunakan untuk mengetahui sistem klasterisasi aroma dan stabilitas tiap sensor, serta metode regresi polynomial yang digunakan untuk mengetahui korelasi antar sistem dan peruntutan error dari perangkat keras yang telah terbangun.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Indikator capaian pada tahun pertama dilakukan ujicoba performansi hardware terhadap enose. Hasil evaluasi terhadap ujicoba ini kemudian diperbaiki untuk kemudian dijadikan sebagai bahan evaluasi tingkat pengenalan untuk tahun ke dua. Setelah melalui tahap evaluasi, kemudian dilakukan pembuatan laporan dan publikasi.

Dari hasil tahun pertama tersebut, terdapat beberapa kelemahan pada bagian hardware, diantaranya adalah masalah sensitifitas sensor dan keluaran sensor yang masih berderau AWGN (*Analog White Gaussian Noise*). Sedangkan pada sisi software, ternyata sinyal ber-AWGN mempengaruhi tingkat pengenalan sistem. Kesulitan terjadi pada saat menentukan baseline dari sinyal yang ber-AWGN. Dari penelitian kecil yang kami lakukan, ternyata terdapat perbedaan lokasi yang signifikan pada pemetaan titik klaster metode PCA, antara sinyal yang baselinenya sama dengan sinyal yang beda baseline. Jika pada tahun 1, nilai akurasi dari tingkat pengenalannya masih kecil, yaitu 84% pada sinyal pembelajaran, maka pada tahun ke-2 ini, telah ditemukan letak kesalahan sistem yang membuat kecilnya tingkat pengenalan sistem pengenalan mutu beras. Hal ini kemungkinan akibat dari sistem pengenalan polanya, yang masih menggunakan metode SVM (*Support Vector Machines*).

Pada tahun ke-2, penelitian difokuskan untuk meningkatkan performansi sistem dengan melakukan pendekatan dari sisi perbaikan sensitivitas sensor dan penanganan noise, serta normalisasi baseline dan metode pengenalan pola yang berbeda, hingga mendapatkan tingkat pengenalan pola yang lebih besar. Pada tahun ke-2, sensor yang dipakai masih menggunakan 4 sensor, namun menggunakan sensor yang berbeda dengan sensor pada tahun 1, hal ini karena sensor MQ, walaupun sensitifitasnya bagus, namun umur hidup sensor sangat pendek, sehingga sulit untuk mendapatkan reliabilitas sensor dalam waktu yang berbeda. Permasalahannya adalah, untuk setiap pengambilan data pada waktu yang berbeda, baseline sensor selalu mengalami perubahan. Sedangkan pada sensor TGS, walaupun sensitifitas sensor masih kurang, namun TGS mempunyai nilai hidup yang lebih lama dibandingkan dengan sensor MQ, sehingga lebih mudah mencari tingkat reliabilitas sensor, karena baselinenya relatif stabil.

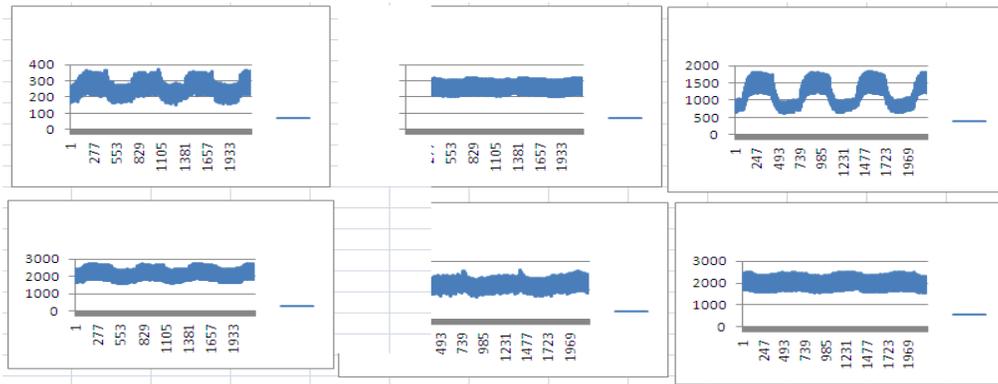
1. Foto hardware dan casing :



Gambar 4. Board mikrokontrol

2. Pengambilan data sensor

Berikut adalah keluaran sensor untuk sample beras



Gambar 5. Data sensor Rojo Lele dengan trafo 3A

5. KESIMPULAN

Telah dilakukan rancang bangun hardware enose portable untuk uji mutu beras aromatic. . Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian kinerja sistem baik per-larik sensor maupun secara integrasi dari hardware sistem enose portable.

Dari hasil analisis yang dilakukan maka sistem hardware enose telah mampu melakukan klusterisasi aroma beras aromatic. Sebagian besar dari larik sensor telah mempunyai respon yang stabil, hanya sensor TGS825 yang masih belum menunjukkan stabilitas sensor. Analisis kinerja hardware secara keseluruhan dapat dilihat dari klusterisasi aroma. Hasil terbaik dari klusterisasi aroma, justru didapat dari enose portable yang menggunakan vacum, begitu juga hasil regresi menunjukkan bahwa tingkat korelasi penggunaan vacum dari data uji adalah besar, yaitu 0.859

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baby, R., Cabezas, M., Castro, E., Filip, R., dan Walso de Reza, N.E., 2008, Quality Control of Medicinal Plants With an Electronic Nose, *Sensor and Actuator B* 106, 24.
- [2] Bernabei, M., PenNazza, G., Santonico, M., Corsi, C., Roscioni, C., Paolesse, R., Natale, C.D., dan D'Amico, A., 2008, A Preliminary Study on The Possibility to Diagnose Urinary Tract Cancers by An Electronic Nose, *Sensor and Actuator B* 131, 1.
- [3] D'Amico, A., Natale, C.D., Paolesse, R., Macagnano A., Martinelli E., Pennazza G., Santonico M., dan Bernabei, M., 2008, Olfactory Systems for Medical Applications, *Sensors and Actuators B*, 130, 458.
- [4] Capelli, L., Sironi, S., Del Rosso, R., Centola, P., dan Grande, M., 2008, A Comparative and Critical Evaluation of Odour Assessment Methods on A Landfill Site, *Atmospheric Environment* 42, 7050
- [5] Dragonieri, S., Schot, R., Mertens, B.J.A., Cessie, S.L., Gauw, S.A., Spanevello, a., Resta, O., Willard, N.P., Vink, T.J., Rabe, K.F., Bel, E.H., dan Sterk, P.J., 2007, An Electronic Nose in THE Discrimination of Patients with Asthma and Controls, *Health care education, delivery, and quality*, 856
- [6] Ponzoni, A., Depari, A., Falasconi, M., Comini, E., Flammini, A., Marioli, D., Troni, A., dan Sberveglieri, G., 2008, Bread Baking Aromas Detection by Low-Cost Electronic Nose, *Sensors and Actuators B* 130, 100.