

DETEKSI BORAKS PADA BAKSO BERBASIS *IMAGE* DENGAN MENGGUNAKAN *GAUSSIAN CLASSIFIER*

Irwan Budi Santoso

Jurusan Teknik Informatika, Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
irwan.budi331177@gmail.com

Abstrak- Bakso adalah salah satu makanan yang bergizi tinggi dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Adanya kompetisi pasar, dan harga daging yang relatif mahal menimbulkan persaingan tidak sehat yang merugikan konsumen, yaitu pemberian bahan tambahan pengawet boraks yang dapat mengganggu kesehatan. Secara kasat mata sulit membedakan bakso boraks dan non-boraks dan untuk mendeteksinya bisa dilakukan secara laboratorium dan dilakukan oleh ahlinya. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian bagaimana membangun aplikasi deteksi boraks pada bakso berdasarkan image-nya yang diambil dengan kamera digital. Salah satu metode untuk mendeteksi objek berdasarkan image-nya adalah Gaussian Classifier yang mensyaratkan fitur objek berdistribusi Multivariate Normal (Gaussian) dan dengan menggunakan peluang bersyarat dapat dihasilkan fungsi diskriminan. Langkah-langkah dalam mendeteksi boraks berdasarkan image-nya dibagi dua tahap yaitu tahap training dan testing. Tahap training meliputi penentuan sampel image objek bakso, merubah image RGB ke grayscale, dan melakukan estimasi parameter distribusi fitur objek. Sedangkan tahap testing meliputi select image objek bakso yang diuji, merubah image ke grayscale, deteksi boraks boraks dengan fungsi diskriminan dan hasil estimasi parameter distribusi. Hasil training menunjukkan ada 4 fungsi diskriminan untuk mendeksi boraks pada bakso. Sedangkan hasil testing dari 70 sampel bakso eksperimen (20 non-boraks, 50 boraks), sistem dapat mendeteksi dengan akurasi 71,4286 %.

Kata Kunci: Bakso, Boraks, Fitur, Image, Distribusi Multivariate Normal, Gaussian Classifier

I. PENDAHULUAN

Beberapa penelitian terkait kandungan boraks pada bakso secara laboratorium telah banyak dilakukan, akan tetapi penelitian terkait deteksi boraks pada bakso secara otomatisasi belum begitu banyak dilakukan. Beberapa penelitian kandungan boraks pada bakso secara laboratorium diantaranya adalah yang pernah dilakukan oleh Anissa (2011), dengan metode spektrofotometri, Yeni (2004) di kabupaten Wonogiri, Dandik Widayat (2011) menguji kandungan boraks dalam bakso di kecamatan Sumbersari Jember, Pramutia Sultan (2013) di SDN Mangkura Makasar dengan metode nyala api, Indra Tubagus (2013), penelitian terkait lainnya adalah identifikasi dan penetapan kadar borak dalam bakso di kota Manado, dan Mela (2013) melakukan analisis boraks pada bakso di daerah Tenggilis Mejoyo Surabaya dengan metode nyala api. Penelitian yang berbeda dilakukan oleh Tria Yulli Andariska (2013) yaitu membuat alat untuk mendeteksi bakso yang terkontaminasi boraks dengan menggunakan sensor cahaya berbasis mikrokontroler. Hasil penelitian ini menunjukkan, alat deteksi lebih stabil pada kadar boraks di atas 3% serta alat deteksi bekerja dengan baik pada kadar boraks di atas 4%. Berbeda lagi dengan penelitian yang dilakukan oleh Irwan (2014b) yaitu deteksi boraks pada bakso berbasis *image* berdasarkan sensor kamera digital, dengan menggunakan metode *Tree-Augmented*

Naïve Bayes Network Classifier (TAN), hasilnya menunjukkan secara umum tingkat akurasi dalam mendeteksi boraks pada bakso adalah 85,7% dan sudah mampu mendeteksi boraks pada bakso dengan kadar 1%. Metode TAN yang digunakan dalam penelitian tersebut relatif kompleks sehingga pada penelitian ini, akan dicoba metode *Gaussian Classifier* yang proses komputasinya relatif lebih sederhana, namun akan dioptimalkan dalam mengestimasi parameter fitur objeknya sehingga tingkat akurasinya tidak berbeda jauh.

II. DISTRIBUSI MULTIVARIATE NORMAL (GAUSSIAN)

Bila diketahui objek *image*, dengan fitur objek adalah x yang mengikuti distribusi *Multivariate Normal* (*Gaussian*) dengan parameter *mean* (μ) dan *covariance* (Σ) (ditulis $x \sim N(\mu, \Sigma)$), maka *probability density function* (*pdf*) (Andrew, 2011; Irwan, 2014a) dari fitur x didefinisikan

$$p(x | \mu, \Sigma) = \frac{1}{(2\pi)^{d/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(x-\mu)^T \Sigma^{-1}(x-\mu)\right\} \quad (1)$$

dengan d adalah dimensi fitur objek (*image*).

A. PENDUGAAN PARAMETER DISTRIBUSI MULTIVARIATE NORMAL (GAUSSIAN)

Fitur Objek diasumsikan mengikuti distribusi *Multivariate Normal (Gaussian)* dan pendugaan parameter distribusinya dilakukan dengan menggunakan metode *Maximum Likelihood* yaitu dengan memaksimalkan fungsi *likelihood* terhadap parameter distribusi $\theta = (\mu, \Sigma)$. Bila diketahui sampel fitur objek, $\{x_1, \dots, x_n\}$, $x_i \in \mathbb{R}^d$ dan dengan asumsi bahwa setiap fitur bersifat independen maka fungsi *likelihood* fitur tersebut (Andrew, 2011) adalah

$$L(\theta, x_1, \dots, x_n) = \prod_{i=1}^n \frac{1}{(2\pi)^{d/2} |\Sigma|^{1/2}} \exp\left\{-\frac{1}{2}(x_i - \mu)^T \Sigma^{-1} (x_i - \mu)\right\} \quad (2)$$

Untuk mempermudah dalam memaksimalkan fungsi tersebut dapat dilakukan dengan melogaritmakan fungsi pada persamaan 2. Langkah selanjutnya adalah memaksimalkan fungsi $\log(L)$ dengan cara melakukan diferensial fungsi tersebut terhadap parameter μ dan Σ dan disama dengankan dengan nol. Sehingga didapatkan parameter mean distribusi (Irwan, 2014a) sebagai berikut

$$\hat{\mu} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3)$$

serta hasil pendugaan parameter matrik *covariance* adalah sebagai berikut

$$\hat{\Sigma} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \hat{\mu})(x_i - \hat{\mu})^T \quad (4)$$

B. FUNGSI DISKRIMINAN

Dasar yang digunakan untuk membangun fungsi diskriminan adalah peluang bersyarat (irwan, 2014a).

Bila diketahui ω_j adalah data fitur kelas j , dan x adalah fitur objek (*pattern* x), maka peluang bersyarat ω_j bila diketahui x adalah

$$p(\omega_j / x) = \frac{p(\omega_j)p(x / \omega_j)}{p(x)} \quad (5)$$

Nilai $p(\omega_j / x)$ ekuivalen dengan nilai $\log(p(\omega_j / x))$, sehingga:

$$\begin{aligned} \log(p(\omega_j / x)) &= \log\left(\frac{p(\omega_j)p(x / \omega_j)}{p(x)}\right) \\ &= \log(p(x / \omega_j)) + \log(p(\omega_j)) - \log(p(x)) \end{aligned} \quad (6)$$

Karena nilai $p(x)$ sama untuk semua kelas maka selanjutnya dapat dibangun fungsi diskriminan sebagai berikut:

$$g_j(x) = \log(p(x / \omega_j)) + \log(p(\omega_j)) \quad (7)$$

Berdasarkan persamaan 6, maka aturan untuk mengklasifikasikan *pattern* x adalah

$$\hat{c} = \arg \max_c (g_j(x)), j = 1, \dots, C \quad (8)$$

dengan \hat{c} adalah kelas objek yang terpilih.

Bila diketahui ω_j adalah vektor fitur pada kelas j yang mengikuti distribusi *Multivariate Normal* dengan parameter *mean* vektor μ_j dan matrik *covariance* Σ_j maka dengan menggunakan probabilitas bersyarat *pattern* x bila diketahui ω_j didapatkan fungsi diskriminan (Irwan, 2014a) sebagai berikut

$$g_j(x) = \log(p(\omega_j)) - \frac{1}{2} \log(|\Sigma_j|) - \frac{1}{2} (x - \mu_j)^T \Sigma_j^{-1} (x - \mu_j) \quad (9)$$

Nilai μ_j dan Σ_j selanjutnya diganti dengan nilai hasil estimasi berdasarkan data training seperti pada persamaan 3 dan 4. Sehingga didapat fungsi diskriminan atau *Gaussian Classifier* sebagai berikut

$$g_j(x) = \log(p(\omega_j)) - \frac{1}{2} \log(|\hat{\Sigma}_j|) - \frac{1}{2} (x - \hat{\mu}_j)^T \hat{\Sigma}_j^{-1} (x - \hat{\mu}_j) \quad (10)$$

Dengan

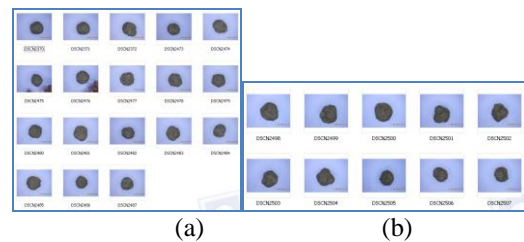
$$p(\omega_j) = n_j / \sum_{i=1}^C n_i,$$

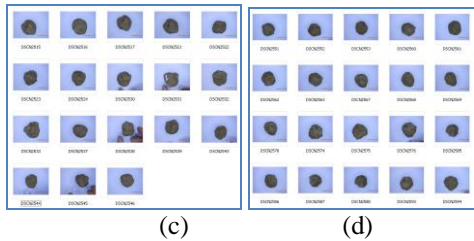
n_j adalah banyaknya data pada kelas j .

III. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan secara umum pada penelitian ini meliputi 4 proses yaitu perancangan dan pengumpulan data, desain sistem, implementasi sistem (*coding*), uji coba sistem yang dibangun.

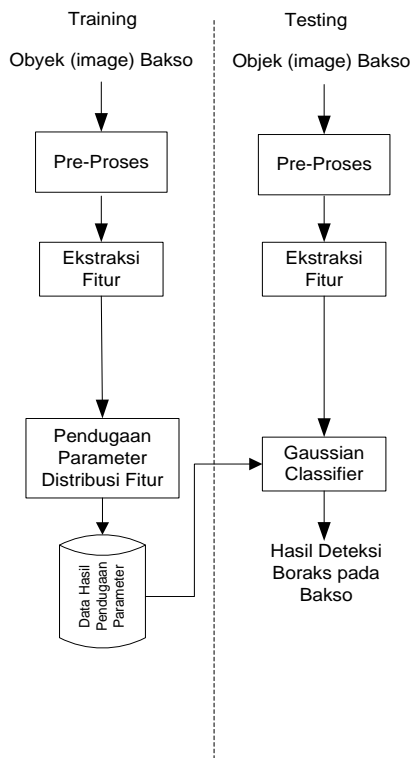
Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data hasil eksperimen pada penelitian sebelumnya (Irwan, 2014b). Data bakso hasil penelitian sebelumnya adalah bakso daging sapi dengan perlakuan kadar boraks yang berbeda-beda yaitu 1) bakso non-boraks 2) bakso boraks 1% 3) bakso boraks 3% 4) bakso boraks 5%. Masing-masing bakso dengan perlakuan kadar boraks berbeda-beda diambil sampel secukupnya (15 objek setiap perlakuan), begitu juga dengan bakso normal (tanpa boraks) lihat Gambar 1.





Gambar 1. Contoh Sampel Bakso (a) no-boraks,(b) boraks-1%, (c) boraks-3% (d) boraks-5% (Irwan, 2014b)

Desain sistem dalam penelitian ini meliputi bagian *training*/pembelajaran dan bagian *testing* (pengujian) seperti terlihat pada Gambar 2. Pada proses *training*, langkah pertama adalah melakukan preproses, yang sebelumnya dilakukan proses *cropping image* terhadap *image* bakso yang telah diambil berdasarkan hasil pada perancangan dan pengumpulan data, kemudian dilakukan ekstraksi fitur untuk mendapat ciri objek yang mewakili (Irwan, 2014b). Setelah dilakukan ekstraksi selanjutnya dilakukan estimasi parameter distribusi fitur objek dan hasilnya juga disimpan. Sedang pada proses *testing*, langkah pertama adalah melakukan preproses, yang sebelumnya dilakukan proses *cropping image* bakso testing, kemudian ekstraksi fitur dan langkah terakhir adalah proses deteksi boraks pada



Gambar 2. Proses Training dan Testing Deteksi Boraks pada Bakso dengan *Gaussian Classifier*

Bakso berdasarkan fungsi diskriminan dan hasil estimasi parameter distribusi fitur.

Untuk membangun *Gaussian Classifier* dilakukan dengan membangun fungsi diskriminan sebagaimana bisa dilihat secara rinci pada Algoritma *gj* (Irwan, 2014a).

ALGORITMA *gj* (x, μ, σ, n_j, C)
 //input: x adalah pattern x berdasarkan //ekstraksi fitur objek testing
 //input: μ, σ adalah hasil pendugaan //parameter mean vektor dan matrik //covariance pada setiap kelas berdasarkan //data training
 //input: n_j, C adalah banyak data pada //setiap kelas pada data training, banyak //kelas objek
 //output: g_jx , kelas adalah nilai diskriminan //pada setiap kelas objek, hasil pengenalan
 //menghitung total banyaknya data pada //seluruh kelas

```

ntot ← 0
for j → 1 to C do {
  ntot ← ntot + nj[j]
}
for j → 1 to C do {
  // menentukan nilai  $p(\omega_j)$ 
  pw ← nj[j]/ntot
  // menentukan nilai  $\hat{\Sigma}_j$  dan  $\hat{\Sigma}_j^{-1}$ 
  detSigma ← det(sigma[:, :j])
  invSigma ← inv(sigma[:, :j])
  // menentukan nilai  $(x - \hat{\mu}_j)$  dan  $(x - \hat{\mu}_j)^T$ 
  x_mu ← subt(x, mu[j, :])
  trans_x_mu ← trans(x_mu)
  // menentukan nilai  $(x - \hat{\mu}_j)^T \hat{\Sigma}_j^{-1} (x - \hat{\mu}_j)$ 
  mult1 ← mult(invSigma, trans_x_mu)
  mult2 ← mult(x_mu, mult1)
  // menentukan nilai  $g_jx$ 
  gjx[j] ← log(pw - 0.5 * log(detSigma) - 0.5 * mult2)
}
return gjx

```

Dalam membaca Algoritma *gj* adalah ada fungsi-fungsi tambahan yang harus dibuat terlebih dahulu diantaranya fungsi **det** untuk menentukan nilai determinan, fungsi **inv** untuk menentukan nilai invers, fungsi **subt** untuk pengurangan dua buah matrik, fungsi **trans** untuk mentranspose suatu matrik, fungsi **mult** untuk mengalikan dua buah matrik (Irwan, 2014a).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ada 4 proses training untuk estimasi parameter distribusi fitur (diasumsikan *Multivariate Normal*) bakso dalam bentuk *image* diantaranya data bakso non boraks dengan bakso boraks 1%, bakso non boraks dengan bakso boraks 3%, bakso non boraks dengan bakso boraks 5%, dan bakso boraks 1% dengan bakso boraks 3% dengan bakso boraks 5%. Selanjutnya dari ke 4 hasil estimasi parameter distribusi tersebut dibangun fungsi diskriminan

(*Gaussian Classifier*), selanjutnya dari 4 fungsi tersebut diujicobakan terhadap data testing image bakso untuk dideteksi apakah bakso mengandung boraks apa tidak.

Hasil optimalisasi ukuran (dimensi) *image* objek bakso training antara bakso non-boraks dengan bakso boraks 1%, adalah pada dimensi objek *image* 3x4,3x2, 2x5 dan untuk proses deteksi akan digunakan dimensi *image* objek **3x4**. Untuk bakso training bakso non-boraks dengan bakso boraks 3% hasil optimalisasi menunjukkan dimensi objek *image* akan optimal pada dimensi 2x4,4x3,2x5, dan yang akan digunakan pada proses deteksi adalah pada dimensi image objek **4x3**. Hasil optimalisasi ukuran *image* objek bakso training bakso non-boraks dengan bakso boraks 5%, hasil menunjukkan ukuran atau dimensi *image* yang paling optimal adalah pada dimensi *image* objek 3x4,2x5,2x4,3x5 dan yang digunakan adalah pada deteksi objek adalah **3x4**. Sedangkan hasil optimalisasi ukuran *image* objek bakso training antara bakso boraks 1% dengan bakso boraks 3% dengan bakso boraks 5% pada ukuran atau dimensi *image* objek **3x4**. Demikian halnya untuk optimalisasi ukuran *image* objek bakso training ,bakso non-boraks dengan boraks 1% dengan bakso boraks 3% dengan bakso boraks 5% diperoleh ukuran atau dimensi yang optimal adalah **3x4** dengan akurasi 98,333%.

Dengan menggunakan ukuran atau dimensi objek *image* training yang optimal, selanjutnya dilakukan estimasi parameter distribusi masing-masing kelas training dan menghasilkan 4 fungsi diskriminan untuk mendeteksi boraks pada bakso. Hasil uji coba terhadap 70 data testing (20 bakso non-boraks dan 50 bakso boraks) menunjukkan akurasi dalam mendeteksi bakso boraks adalah 71,4286%.

V. KESIMPULAN

Langkah-Langkah membangun aplikasi deteksi boraks pada bakso berdasarkan *image* bakso antara lain pertama membangun aplikasi akuisisi data *image* objek bakso, kedua membangun aplikasi preproses untuk merubah *image* objek bakso menjadi *grayscale*, ketiga membangun aplikasi *training* data untuk mendapatkan estimasi parameter distribusi fitur objek *image* bakso, dan terakhir membangun aplikasi deteksi boraks pada bakso dengan menggunakan fungsi diskriminan dan parameter hasil estimasi parameter. Hasil uji coba menunjukkan dari 70 sampel bakso yang terdiri dari 20 sampel bakso non-boraks dan 50 sampel bakso boraks, dengan menggunakan *Gaussian Classifier* secara umum sampel dapat dideteksi dengan akurasi 71,4286%.

VI. REFERENSI

[1] Andrew, 2011, "Statistical pattern recognition", Third Edition, John Wiley & Sons, Ltd
 [2] Annisa, 2011, "Identifikasi dan Penetapan Kadar Natrium Tetraboraks dengan Metode Titration Asam Basa dan Spektrofotometri Sinar Tampak Dalam

Bakso Daging Sapi", Skripsi, Fakultas Farmasi, Universitas Sumatra Utara

- [3] Alexsander, 2004, "Testing the assumption of multivariate normality", Psychology Science, Volume 46, p. 243-258, Michigan State University, Department of Psychology, USA
 [4] Dandik, W., 2011, "Uji Kandungan Boraks pada Bakso (Studi pada Warung Bakso di Kecamatan Sumbersari Kabupaten Jember)", Skripsi, Fakultas Kesehatan, Universitas Jember.
 [5] Indra, T., Gayatri C., Fatimawali, 2013, "Identifikasi Dan Penetapan Kadar Boraks Dalam Bakso Jajanan di Kota Manado", Jurnal Ilmiah Farmasi (PHARMACON)-UNSRAT Vol.2.No.04.
 [6] Irwan, 2012, "Model Pengenalan Terbaik Dengan Tree-Augmented Network (TAN) dan Estimator Maximum Likelihood (ML) Berdasarkan Fitur Objek", Jurnal MATICS, No. 5, Vol. 4, Halaman 197-203, Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
 [7] Irwan, 2013, "Mutual Information Dalam Mengenali Objek Dengan Fitur Berdistribusi Bivariate Gaussian" Jurnal MATICS, No. 2, Vol. 5, Halaman 119-124, Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
 [8] Irwan, 2014a, "Membangun Gaussian Classifier dalam Mengenali Objek Dalam Bentuk Image" Jurnal MATICS, No. 1, Vol. 1, Halaman 1-53, Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
 [9] Irwan, 2014b, "Deteksi Boraks pada Bakso Berbasis Image dengan Menggunakan Tree-Augmented Bayesian Network (TAN), Penelitian Kompetitif Dosen LP2M UIN Malang.
 [10] Mela, S.S., 2013, "Analisis Boraks Dalam Bakso Daging Sapi A dan B di Daerah Tenggilis Mejoyo Surabaya Menggunakan Spektrofotometri", Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya Vol.2 No.2.
 [11] Pramutia, S., 2013, "Analisis Kandungan Zat Pengawet Jajanan Bakso di SDN Kompleks Makassar", Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Hasanuddin Makassar
 [12] Tria, Y. A., 2013, "Rancang Bangun Alat Deteksi Bakso Daging Terkontaminasi Boraks Dengan Menggunakan Sensor Cahaya TSL230 Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8", Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.
 [13] Yeni, U., 2004, "Studi Identifikasi Kandungan Boraks pada Bakso yang Diproduksi di Kabupaten Wonogiri, Thesis", Universitas Diponegoro.