

SISTEM PAKAR PENENTUAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN PANGAN UNTUK PRODUK PANGAN

Melva Linda Aritonang^{*1}, Kudang Boro Seminar², Nugraha Edhi Suyatma³, Irman Hermadi⁴

^{1,2,3,4}Institut Pertanian Bogor, Bogor
¹melva_8206@apps.ipb.ac.id, ²seminarkudangboro@gmail.com, ³nugrahaedhis@gmail.com,
⁴irmanhermadi@apps.ipb.ac.id
*Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 11 Maret 2020, diterima untuk diterbitkan: 25 Mei 2022)

Abstrak

Keracunan makanan yang terjadi di lingkungan masyarakat salah satu penyebabnya adalah penggunaan bahan tambahan pangan yang tidak sejalan dengan peraturan pemerintah yang berlaku. Bahan Tambahan Pangan adalah bahan yang mempengaruhi sifat atau bentuk pangan dengan cara ditambahkan ke dalam pangan diantaranya antioksidan, pemanis, pengawet, dan pewarna. Alasan pelaku usaha pangan terjadinya keracunan disebabkan kurangnya pengetahuan mengenai bahan tambahan pangan dan pengaruh negatifnya terhadap kesehatan. Berdasarkan hal tersebut untuk menghindari penyalahgunaan bahan tambahan pangan yang tidak tepat maka perlu dibangun sistem pakar berbasis aturan *if-then* yang mampu memberi informasi penentuan penggunaan yang benar sesuai dengan produk pangan yang diinginkan dengan bantuan seorang ahli di bidang bahan tambahan pangan. Metode yang digunakan adalah pohon keputusan dengan *algoritme C5.0* untuk mengklasifikasikan jenis kategori pangan dengan masukan berupa bahan dasar dan cara pengolahan produk pangan. Aturan yang dihasilkan berjumlah 98 aturan pada model pohon keputusan memudahkan pada tahap implementasi sistem. Seleksi fitur dengan *information gain* menghasilkan bahwa pencampuran merupakan cara pengolahan yang cukup berpengaruh pada model pohon keputusan dengan nilai *information gain* yang maksimum. Evaluasi kinerja model pohon keputusan menggunakan *k-fold cross validation* dengan $k = 10$ dan memiliki akurasi tertinggi pada *fold* ke 10 sebesar 72.7%. Hasil akhir penelitian ini adalah implementasi sistem dalam bentuk website dengan memberikan solusi berupa rekomendasi bahan tambahan pangan dan nilai batas maksimum dalam penggunaannya.

Kata kunci: *algoritme C5.0, bahan tambahan pangan, information gain, k-fold cross validation, pohon keputusan*

AN EXPERT SYSTEM FOR DETERMINING THE USE OF FOOD ADDITIVES FOR FOOD PRODUCTS

Abstract

Food poisoning that occurs in the community one of the causes is the use of food additives that are not in line with applicable government regulations. Food Additives are ingredients that affect the nature or form of food by adding them to food including antioxidants, sweeteners, preservatives, and dyes. Reasons for food businesses that cause poisoning are due to lack of knowledge about food additives and their negative effects on health. Based on this, to avoid misuse of food additives that are not proper, it is necessary to build an expert system that can give information on determining the correct use by the desired food products with the help of an expert in the field of food additives. The method used is a decision tree with C5.0 algorithm to classify types of food categories with parameters in the form of basic ingredients and ways of processing food products. Feature selection with information gain results that mixing is a processing method that is quite influential on the decision tree model with maximum information gain value. The performance evaluation of the decision tree model uses *k-fold cross validation* with k ten and has the highest accuracy in the tenth iteration of 72.7%. The last result of this research is the implementation of the system in the form of a website by providing a solution in the form of food additives and a maximum limit value in its use.

Keywords: *C5.0 algorithm, decision tree, food additives, information gain, k-fold cross validation*

1. PENDAHULUAN

Usaha di bidang pangan merupakan usaha yang memiliki peluang maju dengan cepat di Indonesia yang tidak hanya dilakukan oleh usaha besar tetapi juga usaha mikro, kecil dan menengah (Syarfaini & Rusmin, 2014). Selain pemerintah, pelaku usaha pangan turut berperan langsung pada pengadaan pangan yang sehat dan berkualitas bagi konsumsi masyarakat Indonesia. Salah satu cara pelaku usaha pangan dalam proses memproduksi produk pangan berkualitas adalah dengan menggunakan Bahan Tambahan Pangan (BTP) (Rahayu, Nababan, Hariyadi, & Novinar, 2012). BTP adalah bahan yang mempengaruhi sifat atau bentuk pangan dengan cara ditambahkan ke dalam pangan dan bertujuan untuk mencegah kerusakan, meningkatkan dan mempertahankan nilai gizi dan memperpanjang masa simpan (PerMenKes 2012).

Golongan BTP terdiri dari 27 golongan dan diantaranya antioksidan, pemanis, pengawet, dan pewarna. Pengawasan penggunaan BTP pada pelaku usaha pangan dan masyarakat diawasi oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM). Penelitian ini berfokus pada BTP antioksidan, pemanis, pengawet, dan pewarna karena lebih banyak memiliki nilai batas maksimum penggunaan dibandingkan dengan golongan BTP yang lain dan golongan BTP ini merupakan golongan BTP yang kritis dan banyak terkait dengan keamanan pangan. Sekarang ini kebanyakan orang cenderung makan makanan siap pakai yang tersedia di pasar, daripada mempersiapkannya di rumah. Makanan semacam itu mengandung beberapa jenis zat yang terkandung pada BTP. Penggunaan BTP yang tepat yaitu pemakaian tidak melewati batas maksimum berdasarkan kategori pangan yang akan diproduksi. Dengan mengkonsumsi produk pangan yang menggunakan BTP tepat maka dapat terhindar dari keracunan makanan.

Data BPOM tahun 2017 menyatakan masih adanya kejadian keracunan pangan sebanyak 37.74% masakan rumah tangga, 35.85% pangan jajanan dan siap saji dan 26.42% pangan olahan dan jasa boga. Dan untuk lokasi kejadian sebesar 53 kejadian terdapat 25 kejadian (47.17%) terjadi di tempat tinggal, 15 kejadian (28.30%) di lembaga pendidikan dan selebihnya terjadi di tempat pekerjaan, ibadah, penginapan dan pengungsian. Selain dari segi kebersihan lingkungan, praktik penggunaan BTP yang tidak tepat seperti dosis yang menyalahi aturan, penggunaan bahan kimia berbahaya yang bukan diperuntukkan sebagai BTP masih menjadi penyebab keracunan pangan yang dilakukan oleh pelaku usaha pangan (Fadlillah, 2016). Ketidaktahuan akan sifat dan karakteristik serta pengaruh BTP terhadap kesehatan menjadi alasan pelaku usaha pangan dan masyarakat terhadap masalah keracunan pangan (Wijaya, Mulyono & Afandi, 2012). Oleh karena itu perlu

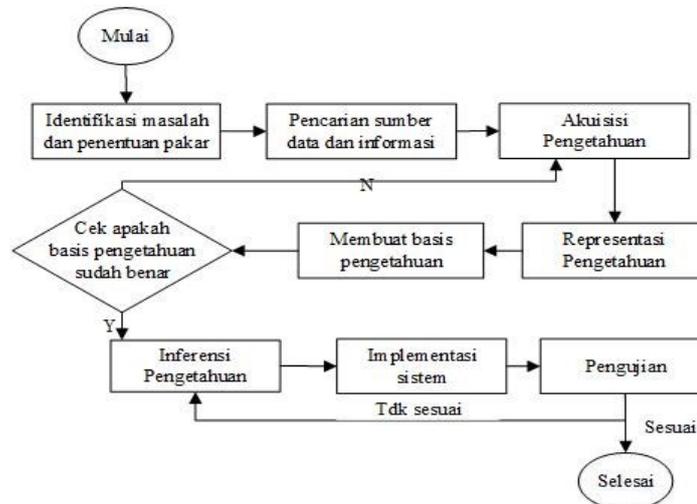
dibangun sistem yang mampu memberi informasi penentuan penggunaan BTP yang tepat dengan produk pangan yang diinginkan dengan bantuan seorang pakar atau ahli dibidang tersebut.

Leondes (2002) mengemukakan sistem pakar adalah sistem berbasis pengetahuan yang kemampuan pengambilan keputusannya berasal dari pengetahuan seseorang yang pakar atau ahli dalam suatu bidang. Sistem pakar bertujuan untuk menjawab pertanyaan dengan bantuan seorang pakar sehingga seseorang yang bukan pakar dapat menjawab dan mengambil keputusan seperti seorang pakar. Penelitian Swenky (2019) mengenai sistem pendukung keputusan berbasis web dalam penentuan BTP pengawet menggunakan metode *fuzzy Sugeno* dengan parameter nilai ph, aw dan komponen penyusun pada pangan. Hasilnya diimplementasi ke basis web karena lebih mudah mengakses informasi yang diberikan secara online dengan menggunakan bermacam-macam perangkat. Penelitian Bozkir & Sezer (2010) melakukan prediksi permintaan konsumsi pangan menggunakan pohon keputusan pada *datafood court* di Universitas Hacettepe Turki dengan berbagai jenis pelanggan. Hasil menunjukkan bahwa pohon keputusan merupakan metode yang cocok untuk prediksi makanan karena dapat memprediksi dengan cepat dan mudah beradaptasi untuk perubahan data yang baru. Dengan bantuan metode ini, pola konsumsi harian terungkap dan akurat untuk prediksi konsumsi makanan berbasis menu. Pandya & Pandya (2015) melakukan pengklasifikasian menggunakan algoritme C5.0 dan pohon keputusan untuk fitur seleksi dan teknik pemangkasan kesalahan dan hasilnya menyatakan dengan C5.0 jumlah aturan yang diperoleh lebih sederhana, penggunaan memori dan waktu eksekusi lebih efisien dibandingkan dengan metode lain.

Dengan pemaparan dari penelitian terdahulu, penelitian ini berfokus pada sistem pakar penentuan penggunaan BTP untuk produk pangan berdasarkan pengetahuan pakar dan Peraturan Kepala BPOM (PerKBPOM) dengan metode pohon keputusan algoritme C5.0. Kemudian sistem pakar dibangun kedalam platform berbasis web. Parameter yang digunakan pada penelitian ini adalah cara pengolahan dan bahan dasar dari produk yang akan diproduksi atau dikonsumsi. Dengan adanya penelitian tentang penentuan penggunaan BTP diharapkan para pelaku usaha pangan dan masyarakat dapat memilih dan menerapkan pengetahuan penggunaan BTP dengan tepat.

2. METODE PENELITIAN

Gambar 2 merupakan alur tahapan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian sistem pakar penentuan penggunaan BTP



Gambar 1 Tahapan penelitian

2.1. Identifikasi masalah dan penentuan pakar

Tahapan ini adalah awal dari penelitian dimana permasalahan yang akan diteliti harus terlebih dahulu diketahui dan solusi apa yang akan diambil untuk penyelesaian masalah tersebut. Solusi dari masalah penelitian tidak bisa dilakukan tanpa adanya seorang pakar. Adapun pakar yang terlibat adalah seorang pakar yang memiliki pengalaman dalam permasalahan yang akan diselesaikan, padapenelitian ini adalah yang ahli di bidang BTP.

2.2. Pencarian sumber data dan informasi

Sumber data dan informasi yang akan digunakan yaitu dengan memperhatikan apakah ada topik yang berkaitan dengan masalah yang akan diteliti. Data dan informasi yang diperoleh dari buku referensi, jurnal penelitian-penelitian dan peraturan mengenai BTP dari Kementerian Kesehatan dan BPOM di Indonesia. Keseluruhan data dan informasi yang banyak berperan adalah peraturan dari pemerintahan dan pengetahuan dari pakar yaitu:

- Kelompok BTP : PerMenKes 33 tahun 2012
- BTP Pemanis : PerKB POM 4 Tahun 2014
- BTP Pewarna : PerKB POM 37 Tahun 2013
- BTP Pengawet : PerKB POM 36 Tahun 2013
- BTP Antioksidan : PerKB POM 38 Tahun 2013
- Kategori Pangan : PerKB POM 21 Tahun 2016
- Cara pengolahan : pengetahuan dari pakar
- Bahan dasar : pengetahuan dari pakar

2.3. Akuisisi pengetahuan

Tahapan pengumpulan atau akuisisi pengetahuan merupakan bagian berpengaruh dalam proses sistem pakar. Teknik yang digunakan dalam proses akuisisi pengetahuan salah satunya adalah tanya jawab terhadap pakar (Marimin 2017). Tanya jawab serta diskusi masalah dilaksanakan dengan pakar yang telah ditentukan.

2.4 Representasi dan basis pengetahuan

Pengetahuan secara abstrak yang dianggap mampu merepresentasikan permasalahan dihadapi nantinya direpresentasikan dengan sistem berbasis aturan dan dibuat basis pengetahuan. Basis pengetahuan berisi domain yang relevan terhadap data dan pengetahuan pakar yang digunakan, misalnya, fakta, kasus, aturan, nilai, atau perhitungan matematika. Mesin inferensi bertanggung jawab atas pembuatan aturan yang nantinya akan digunakan untuk keputusan sistem (Filter, Appel & Buschulte, 2015). Basis pengetahuan menggunakan kaidah logika *rule if-and dan then*. Premis *if-and* menunjukkan kondisi dan *then* untuk aksi yang diambil bila kondisi sudah terpenuhi.

2.5. Implementasi dan pengujian

Tahap perancangan sistem merupakan tahap mengembangkan penelitian kedalam suatu sistem berbentuk website. Menganalisa sistem merupakan langkah penting sebelum sistem hendak dibangun. Hasil analisa akan memudahkan mendesain sistem, lalu mengimplementasikan menjadi bentuk yang diinginkan. Pengujian akan sistem yang telah dibuat dilakukan dengan cara *black box*. Adapun software XAMPP versi 5.6.3 digunakan untuk implementasi sistem yang didalamnya berisi PHP, Apache 2.4.4 sebagai web server, MySQL 5.5.32 sebagai *Database Management System* (DBMS), dan *phpMyAdmin* versi 4.2.11. sebagai *database manager*.

3. TINJAUAN PUSTAKA

3.1. Cara Pengolahan dan Bahan Dasar Pangan

Pengolahan bertujuan membuat bahan makanan lebih terjamin, menaikkan rasa pada makanan, dan memenuhi kandungan gizi jika dicampur dengan bahan makanan lain (Minantyo, 2011). Contohnya

sterilisasi, fermentasi, pencampuran, pemotongan dan yang lainnya. Cara pengolahan (CP) ini bukanlah suatu runtutan proses dalam pembuatan produk pangan melainkan proses apa saja yang dilakukan dalam memproduksi pangan tersebut. Bahan dasar (BD) merupakan bahan yang paling dominan untuk digunakan pada saat memproduksi pangan. Contoh bahan dasar tersebut seperti susu, telur, daging, buah, sayur dan lainnya.

3.2. Kategori pangan dan Jenis kategori pangan

Kategori pangan (KP) adalah pengelompokan pangan berdasarkan jenis pangan yang bersangkutan. Data kategori pangan diperoleh dari perKBPOM No 21 Tahun 2016 sebanyak 16 kelompok kategori pangan dengan 268 jenis kategori pangan. Penelitian ini menggunakan 15 kelompok KP dengan 215 jenis kategori pangan (JKP) yang tertulis pada Tabel 1.

Tabel 1 Pembagian Kategori Pangan(KP)berdasarkan Jenis Kategori Pangan (JKP)

Kode KP	KP	Jumlah JKP
01.0	Susu dan analognya	27
02.0	Lemak, minyak dan emulsi minyak	13
03.0	Es untuk dimakan	1
04.0	Buah dan sayur	26
05.0	Kembang gula/permen dan coklat	13
06.0	Sereal dan produk sereal	19
07.0	Bakeri	10
08.0	Daging dan produk daging	13
09.0	Ikan dan produk perikanan	19
10.0	Telur dan Produk telur	5
11.0	Pemanis, termasuk madu	9
12.0	Garam, rempah, sup, saus, salad	23
13.0	Pangan untuk keperluan gizi khusus	8
14.0	Minuman, tidak produk susu	26
15.0	Makanan ringan siap santap	3

KP dan JKP memiliki kode yang disesuaikan dengan peraturan KBPOM No 21 tahun 2016 dan contohnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Contoh Jenis Kategori Pangan (JKP)

Kode KP	JKP	Keterangan JKP
01.0	01.1.1	bahan susu dan buttermilk
	01.3	Susu kental dan analognya (plain)
04.0	04.1.2.6	Produk oles berbasis buah (misalnya chutney)
	04.2.1.2	Sayur, kacang dan biji-bijian segar yang permukaannya dilapisi glasir
08.0	08.3.1.3	Daging, daging unggas dan daging hewan buruan, yang dihaluskan, difermentasi tanpa perlakuan panas
		Ikan dan produk perikanan termasuk moluska, krustasea dan ekinodermata yang diasap, dikeringkan, difermentasi dengan atau tanpa garam
09.0	09.2.5	

3.3. Batas Maksimum

Batas maksimum penggunaan BTP adalah ukuran maksimum BTP yang terjamin dan diperbolehkan penggunaannya kedalam produk

pangan, dengan satuan miligram (mg) BTP per kilogram (kg). Penetapan batas penggunaan BTP ke dalam berbagai kategori pangan adalah untuk melindungi bahwa kandungan BTP tidak melampaui *AcceptableDailyIntake* (ADI) atau kandungan harian yang dapat dikonsumsi dalam tubuh tanpa merusak kesehatan. Untuk pengkonsumsian, nilai kg yang ada di batas maksimum menunjukkan pada berat badan seseorang. Nilai batas maksimum pada jenis KP terdapat pada perKBPOM sebanyak 2040 nilai di 4 BTP. Nilai batas maksimum disesuaikan dengan JKP dan senyawa BTP. Tabel 3 merupakan contoh nilai batas maksimum yang terdapat pada perKBPOM.

Salah satu algoritme untuk klasifikasi pada pohon keputusan adalah C5.0 berfungsi menentukan algoritme yang paling tepat untuk mendapatkan informasi, dengan cara memecah sampel berdasarkan bidang yang menyediakan informasi maksimum (Al-Fakhry, 2016). Spesifikasi pohon keputusan memiliki kecepatan belajar lebih baik, mudah memahami aturan klasifikasinya, bisa mengakses database dengan query SQL dan meminimalkan kesalahan atribut bila dibandingkan dengan metode klasifikasi lainnya (Adriyendi, 2016).

Tabel 3. Contoh nilai batas maksimum

Kode JKP	Keterangan JKP	senyawa BTP	Nilai batas mak (mg/kg)
01.1.1	Susu dan buttermilk (plain)	Asam sorbat dan garamnya	1000
04.1.2.8	Bahan baku berbasis buah, meliputi bubur buah, pure, topping buah dan santan kelapa	Zlikosida steviol	330
		Kalium bisulfit	100
08.1	Daging, daging unggas dan daging hewan buruan mentah	Kalium askorbat	1000

3.4. Pohon keputusan algoritme C5.0

Algoritme C5.0 penyempurnaan dari algoritme ID3 dan C4.5 (Patil, Lathi & Chitre, 2012). Pengklasifikasian menggunakan C5.0 memberikan hasil output yang lebih akurat dan efisien dengan kecepatan proses relatif tinggi. Dalam hal penggunaan memori, C5.0 membutuhkan memori yang rendah dalam menyimpan data aturan (*rule*) yang dihasilkan sehingga menghasilkan pohon keputusan yang lebih kecil (Galathiya, Ganatra & Bhensdadia, 2012). Kelebihan inilah yang mendasari penelitian ini menggunakan algoritme C5.0.

Seleksi atribut yang akan diproses menggunakan *information gain*. Pohon keputusan terdiri dari *root*, *internal* dan *leaf node*. *Root node* merupakan awal dari pohon keputusan yang memiliki output lebih dari 1 tetapi tidak memiliki input. *Internal node* memiliki input dan output. *Node* hasil pada percabangan pohon keputusan atau target yang disebut *leaf node* yang memiliki inputan tetapi tidak memiliki output. Sejumlah tes dilakukan pada nilai atribut tunggal, dengan satu cabang dan

sub-pohon untuk setiap peluang perolehan pengujian. *Node* dalam pohon keputusan melibatkan pengujian atribut tertentu. Ukuran pemilihan atribut dengan *information gain* diawali dengan penghitungan nilai entropy total dari target pohon keputusan dan entropy tiap atribut dengan persamaan 1 dan 2 (Han, Pei & Kamber, 2012)

$$I(S_1, S_2, \dots, S_m) = \sum_{i=1}^m p_i * \log_2(p_i) \quad (1)$$

$$E(A) = \sum_{j=1}^y \frac{S_{1j} + \dots + S_{mj}}{S} I(S_{1j}, S_{2j}, \dots, S_{mj}) \quad (2)$$

S adalah jumlah himpunan kasus, m adalah untuk jumlah sampel. Pencarian klasifikasi sampel yang akan digunakan diperlukan informasi dengan menggunakan aturan seperti di atas. Dimana p_i adalah p_i adalah jumlah sample untuk kelas $i(S_i/S)$. Fungsi basis \log menggunakan basis 2. Langkah kedua diasumsikan atribut test yang akan dihitung adalah atribut A dan memiliki nilai tertentu $\{a_1, a_2, \dots, a_v\}$. S_{ij} adalah jumlah sample pada target dalam sebuah subset S_j Untuk penghitungan nilai *information gain* diperoleh dengan persamaan 3 (Han, Pei & Kamber, 2012).

$$\text{Gain}(A) = I(S_1, S_2, \dots, S_m) - E(A) \quad (3)$$

Gain (A) menyatakan jumlah nilai dari *information gain* pada atribut A. Nilai *informasi gain* tertinggi dari masing-masing atribut akan terpilih sebagai *root node* bagi *node* selanjutnya. Penghitungan dilakukan dengan berulang hingga keseluruhan atribut yang digunakan memiliki target atau *leaf node* dan proses penghitungan tidak dapat dilakukan lagi.

3.5. K-fold Cross Validation

Metode untuk menilai atau mengevaluasi seberapa akurat kinerja model ketika dijalankan dalam praktiknya, penelitian ini menggunakan *K-fold cross validation*. Tahapan pertama dengan membagi data sejumlah k yang diinginkan (Jung & Hu, 2015). Pengujian data dibagi menjadi data latih dan data uji. Data training adalah bagian dataset yang dilatih untuk membuat prediksi, data uji adalah bagian dari dataset yang dites untuk melihat performanya apakah semua fungsi sudah berjalan dengan yang diharapkan. Penelitian ini menggunakan nilai $k=10$ dimana setiap data telah dibagi dengan persentase 10% data uji dan 90% data latih. Keseluruhan data melakukan perulangan menjadi data uji dan data latih sebanyak 10 x dan dapat dilihat pada Gambar 2.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

BTP antioksidan, pewarna, pengawet dan pemanis merupakan golongan BTP yang sering ditemui penyalahgunaannya dalam keseharian

masyarakat hingga menyebabkan keracunan makanan. Keempat golongan BTP ini juga yang lebih banyak memiliki nilai batas maksimumnya dibandingkan golongan BTP yang lain. Masih terjadinya keracunan makanan disebabkan BTP menjadi latar belakang perlu diadakan solusi penyelesaian akan peningkatan kesadaran masyarakat akan BTP untuk menghindari masalah kesehatan jangka panjang dari BTP (Legesse, Muluken & Getasew, 2016). Masyarakat membeli makanan hanya melihat tampilan dari produk pangan (Puspawaningtyas & Hamad, 2017) oleh karena itu pelaku usaha pangan harus memperhatikan kualitas makanan di setiap tahap produksi sebelum menawarkannya kepada masyarakat (Kayisoglu & Coskun, 2016). Penelitian ini memberi solusi dengan pembuatan sistem pakar penentuan penggunaan BTP untuk produk pangan berbasis web dengan harapan bisa membantu pengguna dalam mendapatkan informasi yang cepat dan akurat mengenai BTP yang tepat kapan dan dimana saja. Penelitian ini menentukan seorang pakar BTP yaitu adalah Dr. Nugraha Edhi Suyatma, STP, DEA yang merupakan peneliti pangan dan pengajar dari Departemen Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Tanya jawab dilakukan ke pakar untuk menggali pengetahuan, fakta serta kaidah dalam menentukan BTP sehingga dapat diketahui cara pakar mengatasi masalah yang berkaitan dengan BTP. Seluruh sumber data dan pengetahuan BTP divalidasi oleh pakar untuk mengetahui apakah layak untuk digunakan. Tabel 4 merupakan bagian pengetahuan yang diperoleh dari pakar yaitu pengetahuan mengenai CP dan BD.

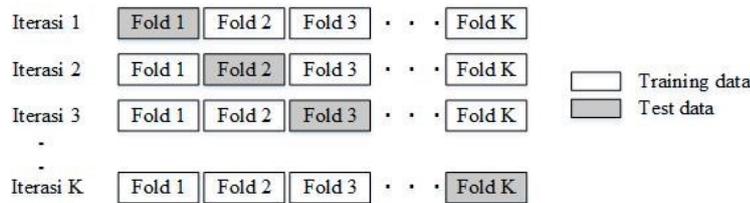
Tabel 4. Contoh Cara pengolahan dan bahan dasar pada JKP

Kode JKP	Cara Pengolahan	Bahan dasar
01.1.1	Sterilisasi	Susu
01.3	Evaporasi	Susu
04.1.2.6	Pengupasan, pemotongan, pemanasan	Buah-buahan
04.2.1.2	Pelapisan permukaan	Sayur-sayuran
08.3.1.3	Fermentasi, penggilingan	Daging
09.2.5	Pemotongan, fermentasi, penggaraman, penyiangian	Perikanan

Pengetahuan CP sebanyak 31 dan BD sebanyak 21 disesuaikan dengan 215 jenis kategori pangan JKP. JKP memiliki 1 atau lebih CP sehingga dalam JKP bisa memiliki kesamaan CP, dan untuk BD masing-masing JKP memiliki 1 bahan dasar.

4.1. Representasi pengetahuan

Hasil dari akuisisi dilanjutkan ke proses representasi pengetahuan, dimana pengetahuan diubah menjadi bentuk yang dikenali oleh sistem dan disimpan ke basis pengetahuan. Pengetahuan tersebut diolah ke dalam bentuk tabel dengan memberi indikator yes(Y) atau no(N) dan contohnya terdapat pada Tabel 5.



Gambar 2 Metode K-fold Cross Validation

Tabel 5. Contoh pengetahuan dalam excel

Kode JKP	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	Bahan dasar
01.1.1	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	N	Susu
01.3	N	Y	N	N	N	N	N	N	N	N	Susu
04.1.2.6	N	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	Buah-buahan
04.2.1.2	N	N	N	N	N	Y	N	N	N	N	Sayur-sayuran
08.3.1.3	N	N	N	N	N	N	Y	Y	N	N	Daging
09.2.5	N	N	N	Y	N	N	Y	N	Y	Y	Perikanan

Cat : a : sterilisasi, b:evaporasi,c:pengupasan,d:pemotongan, e:pemanasan,f:pelapisan permukaan,g:fermentasi,h:penggilingan, i:penggaraman dan j:penyiangan.

CP dan BD nantinya dipergunakan sebagai parameter pada sistem untuk menampilkan hasil yang berupa rekomendasi BTP untuk produk pangan yang belum ada di JKP. Dengan hasil rekomedasi BTP maka bisa diketahui nilai batas maksimum yang digunakan untuk produk pangan yang diproduksi atau dikonsumsi. Pengetahuan CP dan BD telah disimpan ke database MySQL dan diolah di bahasa pemrograman R untuk menghasilkan pohon keputusan algoritme C5.0.

Keempat golongan BTP memiliki 2040 nilai batas maksimum, nilai tersebut digunakan sebagai dataset. Dataset sebanyak 2040 nilai dengan 3 variabel berbentuk data frame, yaitu data yang terdiri dari sebuah tabel atau terstruktur di mana setiap kolom berisi nilai-nilai dari satu variabel dan setiap baris berisi satu set nilai dari setiap kolom (Cirillo 2017). Tiga variabel terdiri CP,BD dan JKP. Proses algoritme C5.0 untuk menghasilkan pohon keputusan adalah dengan memilih variabel CP sebanyak 31 menjadi atribut dan JKP sebanyak 215 menjadi class keputusan.

Penentuan node pada model pohon keputusan dibentuk dari perhitungan nilai *information gain*, dari Tabel 6 terlihat bahwa CP pencampuran memiliki nilai terbesar dengan nilai 0.976 dari atribut lainnya.

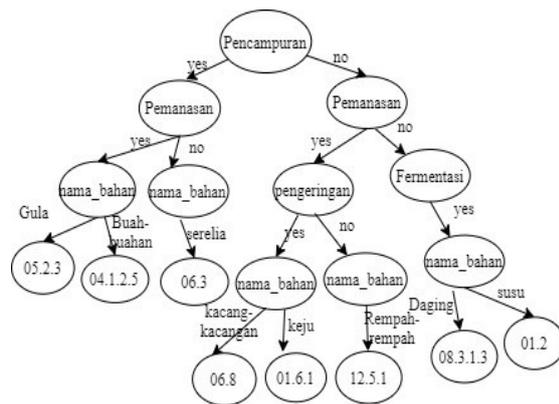
Tabel 6 Nilai Information Gain pada atribut

Cara pengolahan	Nilai IG	Cara pengolahan	Nilai IG
Pencampuran	0.97613267	Penggilingan	0.55807563
Pemanasan	0.78244413	Pembekuan	0.44648135
Fermentasi	0.61850155	Penggaraman	0.38220076
Pengeringan	0.57068128	Perebusan	0.34742839

Oleh sebab itu node pencampuran menjadi *root* dengan dua percabangan untuk menentukan langkah selanjutnya dengan indikator yang telah diberi *yes* atau *no*. Hasil pohon keputusan algoritme C5.0 menghasilkan 98 *rule*, diantaranya terbentuk pada

Gambar 3 dan dari *rule* yang dihasilkan berikut ini beberapa dari aturan yang dihasilkan:

1. IF (pencampuran = *yes*) AND (pemanasan = *yes*) AND (nama_bahan = buah-buahan) THEN 04.1.2.5 3.
2. IF (pencampuran = *yes*) AND (pemanasan = *yes*) AND (nama_bahan = gula) THEN 05.2.3
3. IF (pencampuran = *yes*) AND (pemanasan = *no*) AND (nama_bahan = serelia) THEN 06.3
4. IF (pencampuran = *no*) AND (pemanasan = *yes*) AND (pengeringan = *no*) AND (nama_bahan = rempah-rempah) THEN 12.5.1
5. IF (pencampuran = *no*) AND (pemanasan = *yes*) AND (pengeringan = *yes*) AND (nama_bahan = kacang-kacangan) THEN 06.8 47.
6. IF (pencampuran = *no*) AND (pemanasan = *yes*) AND (pengeringan = *yes*) AND (nama_bahan = keju) THEN 01.6.1
7. IF (Pencampuran = *no* AND Pemanasan = *no* AND Fermentasi = *yes* AND nama_bahan = Daging) THEN 08.3.1.3
8. IF (pencampuran = *no*) AND (pemanasan = *no*) AND (fermentasi = *yes*) AND (nama_bahan = susu) THEN 01.2



Gambar 3 Model Pohon Keputusan Penentuan BTP

Rule yang dihasilkan akan divalidasi oleh pakar apakah sudah sesuai atau belum. Bila sudah sesuai maka akan kembali ke tahapan akuisisi pengetahuan untuk menganalisa kembali data dan pengetahuan yang digunakan. Bila sudah sesuai maka *rule* yang dihasilkan akan tersimpan ke mesin inferensi. Mesin inferensi menarik kesimpulan dengan inputan yang diberikan user pada sistem pakar yang penentuan penggunaan BTP untuk produk pangan.

Untuk mengevaluasi seberapa akurat kinerja model ketika dijalankan dalam praktiknya penelitian ini menggunakan *K-foldcross validation*. Hal tersebut dilakukan dengan tujuan untuk mencari performansi terbaik. Dan performansi terbaik terdapat pada *fold* ke 10 sebesar 72.7 %.

4.2 Implementasi dan pengujian

Sistem pakar penentuan penggunaan BTP untuk produk pangan diimplementasikan ke platform *web* yang dapat memberikan informasi berguna oleh pihak yang membutuhkan dimana dan kapan saja. Gambar 4 merupakan diagram konteks yang merupakan alur pada sistem dan dapat dilihat interaksi antar aktor dengan sistem.



Gambar 4 Diagram konteks sistem penentuan BTP

Interaksi sistem dengan lingkungan digambarkan dalam hubungan input proses dan output antara aktor yang berhak menggunakan sistem pakar penentuan penggunaan BTP untuk produk pangan pada penelitian ini. Sistem terbagi atas 3 aktor yaitu pengguna umum, pengguna yang menjadi anggota dan administrator.

Tampilan untuk rekomendasi BTP terdapat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Pada Gambar 5 terdapat inputan yaitu produk pangan yang belum ada di JKP. Tampilan ini hanya bisa diakses bila pengguna telah menjadi anggota. Pengguna umum yang akan menjadi anggota melakukan register terlebih dahulu.

Untuk CP dan BD, anggota mengisi dengan memilih secara drop down berdasarkan *list* pilihan yang telah ada pada sistem. Pilihan untuk CP bisa hanya 1 atau lebih dari 1. Contoh diatas anggota mencari BTP apa yang dapat digunakan untuk produk pangan sambal buah yang merupakan produk pangan yang belum terdaftar perKBPOM. Pengguna memilih BD buah buahan dengan CP pemanasan.

Maka hasil dari pencarian rekomendasi dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil pada sistem akan menampilkan rekomendasi BTP yang dapat digunakan oleh produk pangan baru tersebut, dengan senyawa BTP, dan nilai batas maksimumnya. Sambal buah direkomendasikan menggunakan BTP pewarna, pengawet dan pemanis dengan JKP 04.1.2.6 tetapi tidak dapat menggunakan antioksidan dan terlihat pada Gambar 6.

Gambar 5 Tampilan rekomendasi pencarian BTP untuk produk pangan tidak terdaftar

No	Bahan Tambahan Pangan	Jenis Bahan Tambahan Pangan	Batas Maksimum
1	Pemanis	Siklamat (Cyclamates)	1000 mg/kg
2	Pemanis	Asesulfam-K (Acesulfame potassium)	1000 mg/kg
3	Pemanis	Glikosida steviol	330 mg/kg
4	Pengawet	Asam propionat dan garamnya (propionic acid and its salts)	2000 mg/kg
5	Pengawet	Sulfit (sulphites)	100 mg/kg

Gambar 6 Tampilan hasil rekomendasi BTP

Sistem menampilkan masing-masing BTP memiliki bermacam senyawa dan nilai batas maksimum dengan penggunaannya tidak boleh melebihi dari nilai tersebut. Dengan adanya sistem ini diharapkan pelaku usaha pangan tidak lagi salah dalam menggunakannya ke produk pangan yang akan diproduksi sehingga keracunan pangan dapat terhindari.

Gambar 7 merupakan tampilan pencarian nilai batas maksimum pada produk pangan yang telah terdaftar sesuai perKBPOM.

Pengguna menentukan BTP apa yang akan digunakan dan produk pangan yang diproduksi atau dikonsumsi harus sesuai dengan JKP yang ada di sistem langsung bisa memilih secara *drop down* dari list. Gambar 8 menunjukkan hasil nilai batas maksimum dengan delapan senyawa BTP pewarna yang dapat digunakan pada JKP 04.1.2.6 dengan masing-masing memiliki nilai batas maksimum yang berbeda. Akses ini dapat dilakukan oleh seluruh pengguna sistem.

Gambar 7. Tampilan menu pangan terdaftar

No	Bahan Tambah Pangan	Jenis Bahan Tambah Pangan	Batas Maksimum
1	Pewarna	Asam sorbat dan garamnya (sorbic acid and its salts)	1000 mg/kg
2	Pewarna	Antosianin (Anthocyanins)	500 mg/kg
3	Pewarna	Karotenoid (Carotenoids)	300 mg/kg
4	Pewarna	Beta-karoten (sayuran) CI No. 75310 (beta carotenes vegetable)	500 mg/kg
5	Pewarna	Karamel IV amonia sulfit proses (Caramel IV - sulphite ammonia process)	500 mg/kg

Gambar 8. Tampilan hasil pangan terdaftar

5. KESIMPULAN

Penelitian sistem pakar penentuan bahan tambahan pangan untuk produk pangan telah berhasil dikembangkan dengan memiliki fitur rekomendasi penggunaan BTP untuk produk pangan baru yang belum terdaftar pada perKB POM. Parameter berupa bahan dasar dan cara pengolahan produk pangan dijadikan masukan untuk menghasilkan model pohon keputusan dengan algoritme C5.0. Hasil algoritme C5.0 menunjukkan bahwa pencampuran merupakan cara pengolahan yang cukup berpengaruh pada model pohon keputusan dengan nilai *information gain* yang maksimum. Pohon keputusan yang dihasilkan C5.0 memiliki 98 aturan diimplementasikan kedalam sistem dengan evaluasi kinerja model menggunakan *K-fold cross validation*. Hasil evaluasi kinerja model memiliki performansi terbaik pada *fold* ke 10 sebesar 72.7 %. Hasil implementasi berupa web dengan solusi rekomendasi penggunaan bahan tambahan pangan untuk produk pangan baru yang diproduksi dan juga batasan maksimum penggunaannya. Pengujian sistem menunjukkan bahwa sistem telah dapat menampilkan hasil sesuai

yang diharapkan. Penelitian berikutnya diharapkan sistem ini dapat dikembangkan dengan golongan BTP yang berbeda dan parameter yang lebih beragam. Dengan hal ini diharapkan sistem dapat lebih akurat menentukan bahan tambahan pangan pada produk pangan baru yang akan diproduksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan atas kesempatan yang diberikan dari Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi dalam program Beasiswa Pascasarjana Tenaga Kependidikan Berprestasi (Beasiswa PasTi) Tahun 2018 untuk pembiayaan dalam melaksanakan penelitian ini sehingga hasil penelitian ini dapat dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- ADRIYENDI., 2016. Classification Using Naïve Bayes and Decision Tree on Food Addiction. International Journal of Database Theory an application Vol.9.No3.pp.161-180.<http://dx.doi.org/10.14257/ijdta.2016.9.3.17>
- AL-FAKHRY,NA. 2016. Summarizing Data By Using Data mining Techniques A Comparative By Using C.45 and C5.0 Algorithms. International Education & Research Journal (IERJ). 2(4):8-12
- BOZKIR,S.A,&SEZER,A.E., 2010. Predicting Food Demand in Food Courts by Decision tree Approaches.Procedia Computer Science. 3(2011):759-763
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 36, 37, 38 tahun 2013 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambah Pangan Pengawet, Pewarna, dan Antioksidan. Jakarta: Badan POM RI.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 4 tahun 2014 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambah Pangan Pemanis. Jakarta: Badan POM RI.
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 21 tahun 2016 tentang Kategori Pangan. Jakarta: Badan POM RI
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Laporan Tahunan 2017 Jakarta: Badan POM RI.
- Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia nomor 33 tahun 2012 tentang Bahan Tambah Pangan. Jakarta.

- CIRILLO,A., 2017. R Data Mining. Packt Publishing. (28-27)
- CAROCO.M., MARIA.F.B., PATRICIA.M., & ISABEL.C.F.R.F., 2014. Adding Molecules to Food, Pros and Cons: A Review on Synthetic and Natural Food Additives. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 13: 377-399
- FILTER M, APPEL B, BUSCHULTE A. 2015. Expert system for food safety. *Current Opinion in Food Science*, 6: 61-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2016.01.004>
- FADLILLAH,H.N., 2016. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. Kepedulian Konsumen terhadap Label dan Informasi bahan Tambahan Pangan (BTP) Pada Label Kemasan Pangan di Kota Bogor.
- GALATHIYA, A.S., GANATRA, A.P.C., &BHENSADIA, K. 2012. Improved Decision Tree Induction Algorithm with Feature Selection, Cross Validation, ModelComplexity and Reduced Error Pruning. *International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT)*. 3 (2):3427-3431
- GALATHIYA, A.S., GANATRA, A.P.C., &BHENSADIA, K. 2012. Clasification with an improved Decision Tree Algorithm. *International Journal of Computer Application (0975-8887)*. Vol 46-No.23,May.
- HAN,J., PEI,J., & KAMBER,M., 2012. Data Mining: Concepts and Techniques. 3rd ed. Massachusetts (US): Morgan Kaufmann.
- JUNG,Y.,& HU, J., 2015. A K-fold averaging cross-validation procedure. *Nonparametric Statistics*, 2015. 27(2):167-169
- KAYISOQLU.SERAP.DR., & COSKUN FATMA DR. 2016. Determinat on the Level of Knowladge of Consumers about Food Additives. *Journal Toxicology and Food Technology of Environmental Science ((IOSR-JESTFT)*.Vol 10.pp 53-56.
- LEONDES,C.T., 2002. Expert System The Technology of Knowledge Management and Decision Making for 21st Century Volume I. Academic Press. 2002
- LEGESSE.A., MULUKEN.A.,& GETASEW.A., 2016. A survey on awareness of consumers about health problems of food additives packaged foods and their attitude toward consumption of packaged foods:A case study at jimma University. *International Food Research Journal* 23(1):375-380.
- MARIMIN. 2017. Sistem pendukung pengambilan keputusan dan sistem pakar. Bogor(ID): IPB Press.
- MINANTYO,H., 2011. Dasar-dasar pengolahan makanan. *Graha Ilmu*. (145-167)
- PANDYA,R., & PANDYA,J., 2015. C5.0 Algorithm to improved Decision Tree with Feature Selection and Reduced Error Pruning. *International Journal Computer Application (IJCA)*. 117(0975-8887).
- PATIL,N., LATHI,R.,&CHITRE,V., 2012. Comparison of C5.0 and CART Classification Algorithms Using Pruning Technique. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*.1(4):1-5
- PUSWAWINIGTYAS.B.R., & HAMAD.A. 2017. Upaya meningkatkan Pengetahuan Bahan Tambahan Pangan Melalui Pelatihan Deteksi Kandungan Formalin dan Boraks. *Jurnal Pengabdian dan Pemberdayaan Masyarakat*.1(1): 46-51
- RAHAYU,W.P., NABABAN, H., HARIYADI, P & NOVINAR., 2012. Keamanan Pangan Dalam rangka Peningkatan Daya Saing Usaha Mikro, kecil dan Menengah Untuk Penguat Ekonomi Masal. *Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi X*, Jakarta. 20-21 November 2012
- SWENGKY,B.,2019.[Tesis].Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor. Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Web Penentuan Bahan Pengawet untuk Produk Pangan.
- SYARFAINI. & RUSMIN,M., 2014. Analisis Kandungan Formalin pada Tahu di Pasar Tradisional Kota Makasar tahun 2014. *Al-Sihah:Public Health Scieece*. 6(2): 1-11.
- WIJAYA,C.H., MULYONO,N & AFANDI,F.A., 2012. Bahan Tambahan Pengawet dan Pewarna. Bogor: IPB Press

Halaman ini sengaja dikosongkan