

Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Tomat yang Disebabkan Abu Vulkanik Sinabung Menerapkan Metode Teorema Bayes

Suriyani Br Kudadiri, Nelly Astuti Hasibuan

Program Studi Teknik Informatika, Universitas Budi Darma, Medan, Indonesia

Email: ^{1,*}suriyani@gmail.com, ²nelly.ahsb@gmail.com

Abstrak—Gunung sinabung merupakan gunung yang masih aktif yang terletak dikabupaten karo sumatera utara. Gunung sinabung merupakan puncak tertinggi diprovinsi sumatera utara dengan ketinggian 2451 MDPL. Erupsi gunung sinabung ditanah karo membuat setiap desa-desa terkena abu vulkanik, dan tidak hanya itu membuat tanaman yang ada didaerah tersebut menjadi rusak dan membuat petani gagal panen. Tanaman tomat yang berada didaerah sekitaran gunung sinabung mengalami kerusakan akibat semburan abu vulkanik, akibatnya Tomat-tomat tersebut menjadi gagal panen dan mangalami kerugian. Dari semburan abu vulkanik tomat-tomat mengalami kerusakan akibat dari abu vulkanik. Sistem pakar adalah sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia dimana pengetahuan tersebut dimasukkan ke dalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia. Dalam teori probabilitas dan statistika, teorema bayes adalah sebuah teorema dengan dua penafsiran berbeda. Dalam penafsiran Bayes, teorema ini menyatakan seberapa jauh derajat kepercayaan subjektif harus berubah secara rasional ketika ada petunjuk baru. Metode teorema bayes merupakan metode yang baik didalam mesin pembelajaran berdasarkan data training, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya.

Kata Kunci: Sistem Pakar; Penyakit; Tanaman; Tomat; Teorema Bayes

Abstract—Mount Sinabung is an active mountain located in Karo District, North Sumatra. Mount Sinabung is the highest peak in the province of North Sumatra with an altitude of 2451 MDPL. The eruption of Mount Sinabung on the Karo soil made every village exposed to volcanic ash, and not only that, the existing plants in the area became damaged and made farmers fail to harvest. The tomato plants in the area around Mount Sinabung were damaged due to volcanic ash bursts, as a result the tomatoes failed to harvest and suffered losses. From the volcanic ash bursts, the tomatoes were damaged due to volcanic ash. Expert system is a system that uses human knowledge where this knowledge is entered into a computer and then used to solve problems that usually require human expertise or expertise. In probability theory and statistics, the Bayes theorem is a theorem with two different interpretations. In Bayes' interpretation, this theorem states how far the degree of subjective belief should change rationally when there are new clues. The Bayes theorem method is a good method in machine learning based on training data, using conditional probability as its basis.

Keywords: Expert System; Disease; Plant; Tomato; Bayes Theorem

1. PENDAHULUAN

Gunung sinabung merupakan gunung yang masih aktif yang terletak dikabupaten karo sumatera utara. Gunung sinabung merupakan puncak tertinggi diprovinsi sumatera utara dengan ketinggian 2451 MDPL. Kondisi gunung sinabung sering kali mengeluarkan semburan abu vulkanik yang mampu menggagau setiap aktifitas masyarakat yang ada didaerah tersebut, kondisi gunung sinabung saat ini berada disiaga Level III. Erupsi gunung sinabung ditanah karo membuat setiap desa-desa terkena abu vulkanik, dan tidak hanya itu membuat tanaman yang ada didaerah tersebut menjadi rusak dan membuat petani gagal panen.

Tanaman tomat yang berada didaerah sekitaran gunung sinabung mengalami kerusakan akibat semburan abu vulkanik, akibatnya Tomat-tomat tersebut menjadi gagal panen dan mangalami kerugian. Dari semburan abu vulkanik tomat-tomat mengalami kerusakan akibat dari abu vulkanik.

Sistem pakar berasal dari istilah knowledge-based exper system. Sistem pakar dibangun untuk memecahkan masalah, dengan menggunakan pengetahuan seorang pakar yang direpresentasikan kedalam komputer. Seorang yang bukan pakar menggunakan sistem pakar untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah. Sistem pakar adalah sebuah sistem yang menggunakan pengetahuan manusia dimana pengetahuan tersebut dimasukkan ke dalam sebuah komputer dan kemudian digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah yang biasanya membutuhkan kepakaran atau keahlian manusia.

Dalam teori probabilitas dan statistika, teorema bayes adalah sebuah teorema dengan dua penafsiran berbeda. Dalam penafsiran Bayes, teorema ini menyatakan seberapa jauh derajat kepercayaan subjektif harus berubah secara rasional ketika ada petunjuk baru. Metode teorema bayes merupakan metode yang baik didalam mesin pembelajaran berdasarkan data training, dengan menggunakan probabilitas bersyarat sebagai dasarnya. Metode bayes juga merupakan suatu metode untuk mrnghasilkan estimasi parameter dengan menggabungkan informasi dari sampel dan informasi lain yang telah tersedia sebelumnya. Dengan menggunakan teorema bayes ini dapat menggambarkan tingkat keyakinan pakar. Sistem yang akan dibuat dapat mendiagnosa penyakit tanaman yang disebabkan abu vulkanik dengan cara memberi pertanyaan-pertanyaan yang harus dijawab. Jurnal yang mendukung penelitian ini adalah sebagai berikut “Rancang bangun Aplikasi Sistem Pakar Untuk Menentukan Jenis Gangguan Perkembangan Pada Anak, Feri Fahrur Rohman, Ami Fauzijah [1]”. “Sistem pakar untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman jagung dengan menggunakan metode bayes, Hengki Tamando Sihotang [2].”

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Sistem Pakar

Sistem Pakar (*Expert System*) adalah salah satu cabang dari AI yang membuat pengguna secara luas *knowledge* yang khusus untuk penyelesaian masalah tingkat manusia yang pakar. Seorang pakar adalah orang yang mempunyai keahlian dalam bidang tertentu yaitu pakar yang mempunyai *knowledge* atau kemampuan khusus yang orang lain tidak mengetahui atau mampu dalam bidang yang dia miliki [4].

2.2 Teorema Bayes

Teorema bayes ditemukan oleh Reverend Thomas Bayes (1701-1761). Pada umumnya, teori Bayes digunakan untuk menghitung nilai kebenaran probabilitas dari suatu evidence. Didalam teori probabilitas dan statistika, teorema Bayes juga dikenal sebagai sebuah teori dengan dua penafsiran yang berbeda. Dalam penafsiran Bayes, teori ini menyatakan seberapa jauh derajat kepercayaan subjektif harus berubah secara rasional ketika petunjuk baru [3]. Teori ini merupakan dasar dari statistika Bayes dan memiliki penerapan dalam sains, rekayasa, ilmu ekonomi (terutama ilmu ekonomi mikro), teori games, kedokteran dan hukum. Dapat dirumuskan dalam persamaan Bayes sebagai berikut:

$$P(H|E) = \frac{P(E|H).P(H)}{P(E)} \quad (1)$$

2.3 Abu Vulkanik

Abu vulkanik adalah bahan material vulkanik yang disemburkan ke udara saat terjadi letusan gunung api. Abu vulkanik terdiri atas partikel berukuran besar sampai halus [8]. Istilah abu vulkanik digunakan untuk material ketika sedang diudara. Setelah material tersebut jatuh ke permukaan tanah biasanya akan terlitifikasi menjadi batuan ataupun lumpur. Abu vulkanik mempunyai dampak yang buruk bagi lingkungan hidup dan tanaman. Tanaman akan keracunan, juga bisa tumbuh kerdil dan tanaman rentan terinfeksi dikarenakan abu vulkanik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tanaman tomat didaerah gunung sinabung terkena penyakit yang diakibatkan abu vulkanik sinabung. Dimana tomat salah satu bahan pangan yang banyak dikonsumsi masyarakat dan masalah yang terjadi mengakibatkan kelangkaan tomat, dan membuat banyak kelangkaan tomat, dan membuat banyak petani tomat mengalami kerugian. Banyak penyakit yang terserang pada tanaman tomat mulai dari bercak coklat yang disebabkan cendawan *fusarium oxysporum*. Dalam hal ini penulis mencoba mendiagnosa penyakit dengan metode teorema bayes. Dalam sistem pakar penyakit tomat coba didiagnosa dengan kriteria-kriteria yang berdasarkan data yang ada. Adapun kriteria penyakit tanaman tomat sebagai berikut:

Tabel 1. Gejala Penyakit Tanaman Tomat

| Kode | Gejala | Penyakit Layu Fusarium | Penyakit Layu Bakteri |
|------|---|------------------------|-----------------------|
| G1 | Mula-mula helaian daun bagian bawah melipat dan menggulung | - | ✓ |
| G2 | Daun mengalami perubahan warna menjadi kuning dan layu | ✓ | ✓ |
| G3 | Bercak pada daun berukuran 3-5 mm yang terdapat bintik-bintik hitam | ✓ | ✓ |
| G4 | Pinggir daun terlihat membusuk dan basah | - | ✓ |
| G5 | Berubahnya warna rimpang dan berbau tidak sedap | ✓ | ✓ |
| G6 | Rimpang menjadi busuk | ✓ | ✓ |

Berdasarkan tabel 1 maka dipresentasikan seperti rule dibawah ini Refresentasi ini dimanfaatkan untuk mendapatkan pencarian dan penentu kesimpulan diagnosa. Dibawah ini adalah pembahasannya:

Rule 1 : IF G1 = True AND G2 =True AND G3 = True AND G4 = True AND G6 =True, THEN P = Layu Bakteri

Rule 2 : IF G2 = True AND G3 =True AND G5 = True AND G6 =True, THEN P = Layu Fusarium

Berdasarkan tabel 1. yaitu tabel gejala maka didapat nilai hipotesa dan dapat dilihat pada tabel dibawah sebagai berikut:

Tabel 2. Nilai Hipotesa

| Kode | Gejala | Penyakit Layu Fusarium | Penyakit Layu Bakteri |
|------|--|------------------------|-----------------------|
| G1 | Mula-mula helaian daun bagian bawah melipat dan menggulung | 0 | 0.2 |
| G2 | Daun mengalami perubahan warna menjadi kuning dan layu | 0.4 | 0.2 |

| Kode | Gejala | Penyakit Layu Fusarium | Penyakit Layu Bakteri |
|------|---|------------------------|-----------------------|
| G3 | Bercak pada daun berukuran 3-5 mm yang terdapat bintik-bintik hitam | 0.2 | 0.4 |
| G4 | Pinggir daun terlihat membusuk dan basah | 0 | 0.4 |
| G5 | Berubahnya warna rimpang dan berbau tidak sedap | 0.6 | 0.6 |
| G6 | Rimpang menjadi busuk | 0.8 | 0.8 |

3.1 Penerapan Metode Bayes

Adapun analisa terhadap sistem pakar yang dibangun merupakan rule yang menerapkan metode teorema bayes. Berdasarkan tabel 2. dapat dilihat gejala dari penyakit tanaman tomat, maka setelah itu penulis memasukkan bobot atau terminologi kepastian dari gejala yang ada. Terminologinya dapat dilihat dibawah ini :

Tabel 3. Terminologi Kepastian

| Terminologi Kepastian | A/B |
|-----------------------|-----|
| Pasti | 1.0 |
| Hampir Pasti | 0.8 |
| Cukup Pasti | 0.6 |
| Kurang Pasti | 0.4 |
| Tidak Tahu | 0.2 |
| Tidak Pasti | 0 |

Contoh soal : para petani tomat akhir-akhir ini mengeluh akibat serangan penyakit dari abu vulkanik sinabung terhadap tanaman tomat mereka. Akan tetapi mereka tidak tahu penyakit apa yang disebabkan abu vulkanik para petani melakukan diagnosa terhadap gejala yang menyerang tanaman tomat sebagai berikut:

$$G1 = E1 = 0.2 P(E|H1)$$

$$G2 = E2 = 0.2 P(E|H2)$$

$$G3 = E3 = 0.4 P(E|H3)$$

$$G4 = E4 = 0.4 P(E|H4)$$

$$G5 = E5 = 0.6 P(E|H5)$$

$$G6 = E6 = 0.8 P(E|H6)$$

1. Layu Fusarium

Berdasarkan nilai evidence diatas maka didapat hasil:

$$\begin{aligned}
 P[H]1 &= \frac{H1}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6} \\
 &= \frac{0}{0 + 0.4 + 0.2 + 0 + 0.6 + 0.8} \\
 &= \frac{0}{2} \\
 &= 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P[H]2 &= \frac{H2}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6} \\
 &= \frac{0.4}{0 + 0.4 + 0.2 + 0 + 0.6 + 0.8} \\
 &= \frac{0.4}{2} \\
 &= 0.2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P[H]3 &= \frac{H3}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6} \\
 &= \frac{0.4}{0 + 0.4 + 0.2 + 0 + 0.6 + 0.8} \\
 &= \frac{0.4}{2} \\
 &= 0.2
 \end{aligned}$$

$$P[H]4 = \frac{H4}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0}{0 + 0.4 + 0.2 + 0 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0}{2}$$

$$= 0$$

$$P[H]5 = \frac{H5}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0.6}{0 + 0.4 + 0.2 + 0 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0.6}{2}$$

$$= 0.3$$

$$P[H]6 = \frac{H6}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0.8}{0 + 0.4 + 0.2 + 0 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0.8}{2}$$

$$= 0.4$$

Setelah nilai P(Hi) diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang Evidence apapun, maka langkah selanjutnya adalah:

$$P[H|E] i = \frac{P[E|H]i * P[H]i}{\sum_{E=1}^n P[E|H]i * P[H]i}$$

$$= \frac{P[E|H]i * P[H]i}{P[E|H]1 * P[H]1 + P[E|H]2 * P[H]2 + \dots \dots n}$$

$$\sum_{k=1}^n = P(Hi) * P(E \setminus Hi - n)$$

$$= P(H1) * P(E|H1) + P(H2) * P(E|H2) + P(H3) * P(E|H3) + P(H4) * P(E|H4) + P(H5) * P(E|H5) + P(H6) * P(E|H6)$$

$$= (0.2 * 0) + (0.2 * 0.2) + (0.4 * 0.1) + (0.4 * 0) + (0.6 * 0.3) + (0.8 * 0.4)$$

$$= 0 + 0.04 + 0.04 + 0 + 0.18 + 0.32$$

$$= 0.58$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai P(Hi \ E) atau probabilitas hipotesis Hi benar jika di berikan evidence E.

$$P(Hi) = \frac{P(E \setminus Hi) * P(Hi)}{\sum_{k=1}^n P(E \setminus Hi) * P(Hi)}$$

$$P(H1 \ E) = \frac{0 * 0.2}{0.58} = 0$$

$$P(H2 \ E) = \frac{0.2 * 0.2}{0.58} = 0.068$$

$$P(H3 \ E) = \frac{0.1 * 0.4}{0.58} = 0.068$$

$$P(H4 \ E) = \frac{0 * 0.4}{0.58} = 0$$

$$P(H5 \ E) = \frac{0.3 * 0.6}{0.58} = 0.310$$

$$P(H6 \ E) = \frac{0.4 * 0.8}{0.58} = 0.551$$

Setelah seluruh nilai P(Hi \ E) diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut:

$$\sum_{k=1}^n Bayes = Bayes1 * H1 + Bayes2 * H2 + Bayes3 * H3 + Bayes4 * H4 + Bayes5 * H5 + Bayes6 * H6$$

$$= 0*0 + 0.068*0.4 + 0.068*0.2 + 0*0 + 0.310*0.6 + 0.551*0.8$$

$$= 0 + 0.027 + 0.014 + 0 + 0.186 + 0.441$$

$$= 0.668$$

Berdasarkan kesimpulan perhitungan diatas maka dapat dipastikan tanaman tomat diprediksi terserang penyakit layu fusarium dengan nilai 66.8%

2. Layu Bakteri

Berdasarkan nilai evidence diatas maka didapat hasil:

$$P[H]1 = \frac{H1}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0.2}{0.2 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0.2}{2.6}$$

$$= 0.07$$

$$P[H]2 = \frac{H2}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0.2}{0.2 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0.2}{2.6}$$

$$= 0.07$$

$$P[H]3 = \frac{H3}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0.4}{0.2 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0.4}{2.6}$$

$$= 0.15$$

$$P[H]4 = \frac{H4}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0.4}{0.2 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0.4}{2.6}$$

$$= 0.15$$

$$P[H]5 = \frac{H5}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0.6}{0.2 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0.6}{2.6}$$

$$= 0.23$$

$$P[H]6 = \frac{H6}{H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6}$$

$$= \frac{0.8}{0.2 + 0.2 + 0.4 + 0.4 + 0.6 + 0.8}$$

$$= \frac{0.8}{2.6}$$

$$= 0.30$$

Setelah nilai P(Hi) diketahui, probabilitas hipotesis H tanpa memandang Evidence apapun, maka langkah selanjutnya:

$$\begin{aligned}
 P[H|E] &= \frac{P[E|H]_i * P[H]_i}{\sum_{E=1}^n P[E|H]_i * P[H]_i} \\
 &= \frac{P[E|H]_i * P[H]_i}{P[E|H]_1 * P[H]_1 + P[E|H]_2 * P[H]_2 + \dots \dots n} \\
 \sum_{k=1}^n &= P(H_i) * P(E \setminus H_i - n) \\
 &= P(H_1) * P(E|H_1) + P(H_2) * P(E|H_2) + P(H_3) * P(E|H_3) + P(H_4) * P(E|H_4) + P(H_5) * P(E|H_5) + P(H_6) * P(E|H_6) \\
 &= (0.2 * 0.07) + (0.2 * 0.07) + (0.4 * 0.15) + (0.4 * 0.15) + (0.6 * 0.23) + (0.8 * 0.30) \\
 &= 0.014 + 0.014 + 0.06 + 0.06 + 0.37 + 0.24 \\
 &= 0.7
 \end{aligned}$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai P(Hi|E) atau probabilitas hipotesis Hi benar jika diberikan evidence E.

$$\begin{aligned}
 P(H_i) &= \frac{P(E \setminus H_i) * P(H_i)}{\sum_{k=1}^n P(E \setminus H_i) * P(H_i)} \\
 P(H_1 \setminus E) &= \frac{0.07 * 0.2}{0.75} = 0.018 \\
 P(H_2 \setminus E) &= \frac{0.07 * 0.2}{0.75} = 0.018 \\
 P(H_3 \setminus E) &= \frac{0.15 * 0.4}{0.75} = 0.08 \\
 P(H_4 \setminus E) &= \frac{0.15 * 0.4}{0.75} = 0.08 \\
 P(H_5 \setminus E) &= \frac{0.23 * 0.6}{0.75} = 0.18 \\
 P(H_6 \setminus E) &= \frac{0.30 * 0.8}{0.75} = 0.551
 \end{aligned}$$

Setelah seluruh nilai P(Hi|E) diketahui, maka jumlahkan seluruh nilai bayesnya dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \sum_{k=1}^n Bayes &= Bayes1 * H_1 + Bayes2 * H_2 + Bayes3 * H_3 + Bayes4 * H_4 + Bayes5 * H_5 + Bayes6 * H_6 \\
 &= 0.018 * 0.2 + 0.018 * 0.2 + 0.08 * 0.4 + 0.08 * 0.4 + 0.18 * 0.6 + 0.551 * 0.8 \\
 &= 0.04 + 0.04 + 0.032 + 0.032 + 0.108 + 0.441 \\
 &= 0.695
 \end{aligned}$$

Berdasarkan kesimpulan perhitungan diatas maka dapat dipastikan tanaman tomat diprediksi terserang penyakit layu bakteri dengan nilai 69.5%

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan pada penelitian disimpulkan bahwa pendiagnosaan penyakit tanaman pada buah tomat yang disebabkan abu vulkanik sinabung dengan menggunakan teorema bayes. Metode bayes dapat diterapkan untuk mendiagnosa penyakit pada tanaman tomat dapat menghasilkan perhitungan manual sehingga proses diagnosa dapat dilakukan dengan cepat dan akurat.

REFERENCES

[1] P. P. Widodo and H. , Analisis Dan Perancangan, Bandung: Informatika, 2011.
 [2] M. Turnip, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit THT Menggunakan Backward Chaining," Computer Science, vol. 1, 2015.
 [3] I. N. Tjahjadi, Penyakit Tanaman, Yogyakarta: Kanisius, 2012.
 [4] H. T. Sihotang, "Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Jagung Dengan Metode Bayes," Pelita Nusantara, vol. 3, no. 2541-3724, 2018.
 [5] A. Rosa and M. Shalahuddin, Rekayasa Perangkat Lunak, Bandung: Informatika, 2013.
 [6] F. F. Rohman and A. Fauziah, "Rancang Bangun Aplikasi Sistem Untuk Menentukan Jenis Gangguan Perkembangan Pada Anak," Media Informatika, vol. 6, no. 0854-4743, 2008.
 [7] B. Pranggono, Gunung, Bandung: Media Percikan Iman, 2005.

- [8] E. Kartika, Z. Gani and D. Kurniawan, "Tanggapan Tanaman Tomat Terhadap Pemberian Kombinasi Pupuk Organik dan Pupuk Non Organik," vol. 2, no. 2302-6472, 2013.
- [9] W. Budiharto and D. Suhartono, *Artificial Intelligence Konsep Dan Penerapannya*, Yogyakarta: Andi, 2015.
- [10] R. F. Barasa, A. Rauf and M. Sembiring, "Dampak Debu Vulkanik Letusan Gunung Sinabung Terhadap Kadar B Tanah Di Kabupaten Karo," *Online Agroekoteknologi*, vol. 1, no. 2337-6597, 2013.
- [11] M. Arhami, *Konsep Dasar Sistem Pakar*, Yogyakarta: Andi, 2005.
- [12] P. A. Aditya, *Dasar-dasar pemograman Database Dekstop Dengan Visual Basic Net 2008*, Jakarta: Pt. Alex Media Komputindo, 2011.