



Evaluasi Pembangunan Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode Deep Neural Network (DNN)

Errissya Rasywir*, Rudolf Sinaga, Yovi Pratama

Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Dinamika Bangsa, Jambi, Indonesia

E-mail: ^{1,*}errissya.rasywir@gmail.com, ²rudolfverdinan@gmail.com, ³yovi.pratama@gmail.com

Email Penulis Korespondensi: errissya.rasywir@gmail.com

Abstrak—Keterbatasan wawasan para petani kelapa sawit terhadap hama dan penyakit kelapa sawit berhubungan dengan produktivitas kelapa sawit. Provinsi Jambi merupakan salah satu penghasil kelapa sawit terbesar di Pulau Sumatra. Biasanya, untuk mengetahui jenis hama dan penyakit pada kelapa sawit di lapangan, para petani membutuhkan pengetahuan seperti yang dimiliki tenaga ahli tentang penyakit kelapa sawit. Namun, pembatasan fasilitas dan kemampuan menjadi kendala. Penelitian ini menawarkan sistem pakar untuk menganalisis penyakit kelapa sawit dengan menggunakan deep learning. Metode ini adalah pembelajaran mendalam dengan akurasi yang sangat baik. Berbagai penelitian terbaru yang menggunakan DNN menyebutkan hasil akurasi klasifikasi sangat baik. Data yang digunakan untuk sistem pakar dengan algoritma DNN ini berasal dari data diagnosis kelapa sawit dari Dinas Perkebunan Provinsi Jambi. Setelah data diagnosis penyakit kelapa sawit dilatih, model data pelatihan akan disimpan untuk proses pengujian diagnosis penyakit kelapa sawit. Dengan jumlah kelas sebanyak 11 (Penyakit Bercak Daun, Penyakit Busuk Daun Antroksa, Penyakit Karat Daun, Penyakit Tajuk Daun, Penyakit Busuk Kuncup, Penyakit Busuk Pangkal, Ulat Api atau Setora nitens, Tungau Merah atau Oligonychus, Kumbang Tanduk atau Orycte rhinoceros, Penggerek Tandan Buah, dan Nematoda Rhadinaphelenchus Cocophilus), dengan variabel pengujian antara lain Jumlah kelas, TP, TN, FP, FN, Presisi, Recall, F1-score, Akurasi, dan Missclassificaion rate. Diperoleh nilai akurasi tertinggi yakni sebesar 0.88, sedangkan nilai terendah sebesar 0.83 dan rata-rata akurasi adalah 0.86. Hal ini menunjukkan bahwa hasil diagnosis sistem pakar pada data penyakit kelapa sawit dengan DNN cukup baik.

Kata Kunci: Penyakit kelapa sawit, Sistem, DNN, Pakar, Confussion Matrix.

Abstract—The limited knowledge of oil palm farmers on oil palm pests and diseases is related to oil palm productivity. Jambi Province is one of the largest oil palm producers on the island of Sumatra. Usually, to find out the types of pests and diseases in oil palm in the field, farmers need knowledge like that of experts about oil palm diseases. However, the limitation of facilities and capabilities becomes an obstacle. This study offers an expert system to analyze oil palm disease using deep learning. This method is deep learning with excellent accuracy. Various recent studies using DNN state that the classification accuracy results are very good. The data used for the expert system using the DNN algorithm comes from oil palm diagnostic data from the Jambi Provincial Plantation Office. After the oil palm disease diagnosis data is trained, the training data model will be stored for the oil palm disease diagnosis testing process. With a total of 11 classes (Leaf Spot Disease, Anthrox Leaf Blight, Leaf Rust Disease, Leaf Canopy Disease, Bud Rot Disease, Root Rot Disease, Fire Caterpillar or Setora Nitens, Red Mites or Oligonychus, Horn Beetle or Orycte rhinoceros, Bunch Borer Fruits and Nematodes Rhadinaphelenchus Cocophilus), with test variables including the number of classes, TP, TN, FP, FN, precision, recall, F1-score, accuracy, and Missclassificaion rate. The highest accuracy value was 0.88, while the lowest value was 0.83 and the average accuracy was 0.86. This shows that the results of expert system diagnosis on oil palm disease data with DNN are quite good.

Keywords: Oil palm disease, System, DNN, Experts, Confusion Matrix.

1. PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman perkebunan yang digunakan untuk industri [1]. Namun, keterbatasan wawasan para petani kelapa sawit terhadap hama dan penyakit kelapa sawit berhubungan dengan produktivitas kelapa sawit. Provinsi Jambi merupakan salah satu penghasil kelapa sawit terbesar di Pulau Sumatra. Biasanya, untuk mengetahui jenis hama dan penyakit pada kelapa sawit di lapangan, para petani membutuhkan pengetahuan seperti yang dimiliki tenaga ahli tentang penyakit kelapa sawit [2], [3]. Provinsi Jambi merupakan salah satu wilayah di Indonesia penghasil Sawit dan menjadi andalan komoditas di provinsi Jambi. Sebagai komoditas andalan, perlu perhatian dan fasilitas yang memadai dalam hal pemrosesan tanaman sawit hingga pengolahan datanya. Proses mempertahankan kualitas tanaman komiditi kelapa sawit selama ini, bukan tidak ada masalah. Cukup sering para pihak pengelola mengalami kendala dalam pengelolaan tanaman komiditi kelapa sawit sebagai tanaman yang bisa menghasilkan kulaitas baik. Misalnya pada tahun 2018 kelapa sawit di Provinsi Jambi banyak terkena penyakit daun kering dan *pestalotia sp.*

Penelitian ini menawarkan sistem pakar untuk menganalisis penyakit kelapa sawit dengan menggunakan *deep learning*. Metode ini adalah pembelajaran mendalam dengan akurasi yang sangat baik. Berbagai penelitian terbaru yang menggunakan DNN menyebutkan hasil akurasi klasifikasi sangat baik [1].

Melalui implementasi algoritma DNN dari basis kecerdasan buatan [4] diharapkan sistem pakar ini dapat menganalisis gejala tumbuhan kelapa sawit diharapkan implementasi sistem pakar ini mempermudah petani sawit. penelitian ini bertujuan membantu petani untuk mengurangi kekeliruan dalam menentukan diagnosis hama dan penyakit pada kelapa sawit. Penelitian ini menawarkan diagnosis penyakit tanaman sawit dengan menggunakan konsep yang paling populer di dunia kecerdasan buatan saat ini [5]. Metode tersebut adalah *Deep learning* [5]. Karena data yang diolah adalah data gambar, maka metode deep learning yang digunakan adalah algoritma khusus



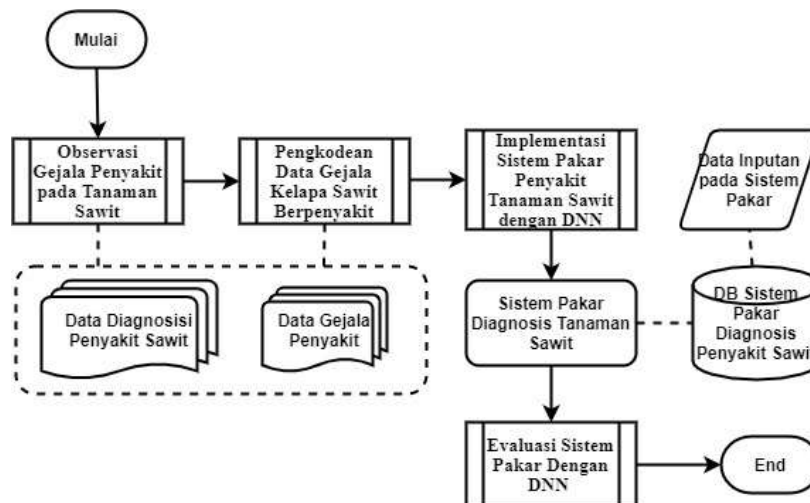
pengolah data penyakit kelapa sawit yang disebut *Deep Neural Network* (DNN) [5]. Berbagai penelitian terbaru yang menggunakan DNN [6], menyebutkan hasil akurasi pengenalan gejala sangat baik [7].

Terdapat beberapa penelitian terdahulu yang melakukan diagnosis penyakit tanaman komoditas antara lain menggunakan penelitian yang menerapkan metode Naive Bayes untuk pada tanaman jagung [2], [8], [9]. Kemudian, terdapat pula penelitian yang mendiagnosa hama dan penyakit tanaman komoditas kelapa sawit menggunakan algoritma *Dempster Shafer* [3], [10]. Algoritma *Support Vector Machine* sebagai metode pembelajaran mesin yang sempat populer sebelum datangnya pembelajaran *deep learning* juga sering diterapkan untuk mendiagnosa kelapa sawit. Namun, keseluruhan penelitian yang kami sebutkan tersebut berfokus sebagai sistem pakar yang mana penyakit hanya bisa dideteksi berdasarkan pengetahuan yang disimpan dalam sistem dan sistem meminta inputan gejala agar bisa mendiagnosa. Namun, dengan pengolahan data penyakit kelapa sawit, diagnosa penyakit tanaman sawit hanya membutuhkan data penyakit kelapa sawit atau data gejala tumbuhan lalu sistem pakar akan menganalisis ciri berdasarkan data *training*. Data yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data gejala tanaman sawit dari Dinas Perkebunan provinsi Jambi.

Penelitian ini merumuskan bagaimana menerapkan metode *Deep Neural Network* (DNN) untuk Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit. Selain itu, kami menganalisis bagaimana hasil evaluasi serta analisis dari Implementasi Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode *Deep Neural Network* (DNN). Sehingga, tujuan dari penelitian ini adalah menerapkan dan mengevaluasi hasil evaluasi serta analisis dari implementasi Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode *Deep Neural Network* (DNN). Dari penelitian ini kami harap hasil riset ini memudahkan petani untuk menentukan hama dan penyakit pada tanaman kelapa sawit dalam memberikan kesimpulan, selain itu penelitian ini mampu mengetahui hasil implementasi metode *Deep Neural Network* (DNN) pada sistem prediksi penyakit tanaman sawit.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bagian ini dijelaskan mengenai alur penelitian analisis dan implementasi Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode *Deep Neural Network* (DNN).



Gambar 1. Metodologi penelitian analisis dan implementasi Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode *Deep Neural Network*.

Pada gambar 1 di atas adalah gambar alur metodologi penelitian analisis dan implementasi Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode *Deep Neural Network*. Secara umum langkah penelitian dimulai dengan kegiatan observasi gejala penyakit pada tanaman sawit, pengkodean data gejala kelapa sawit berpenyakit, implementasi sistem pakar penyakit tanaman sawit dengan DNN dan evaluasi sistem pakar dengan DNN.

2.1 Observasi Gejala Penyakit pada Tanaman Sawit.

Kelapa sawit merupakan tanaman atau tumbuhan industri perkebunan yang digunakan sebagai penghasil minyak, baik untuk industri, ataupun bahan bakar. Kelapa Sawit terdiri dari dua jenis spesies yaitu *elaeis guineensis* dan *elaeis oleifera* yang digunakan untuk komersial produksi minyak kelapa sawit, bahan pangan dan industri sabun [2], [3].

Provinsi Jambi merupakan salah satu wilayah di Indonesia penghasil Sawit dan menjadi andalan komoditas di provinsi Jambi. Sebagai komoditas andalan, perlu perhatian dan fasilitas yang memadai dalam hal pemrosesan tanaman sawit hingga pengolahan datanya. Proses mempertahankan kualitas tanaman komoditi kelapa sawit selama ini, bukan tidak ada masalah. Cukup sering para pihak pengelola mengalami kendala dalam pengelolaan tanaman



komoditi kelapa sawit sebagai tanaman yang bisa menghasilkan kulaitas baik. Misalnya pada tahun 2018 kelapa sawit di Provinsi Jambi banyak terkena penyakit daun kering dan *pestalotia sp.*

Dalam sistema pakar, gejala penyakit merupakan dataset gejala kondisi kelapa sawit yang akan diklasifikasi. Dengan implementasi sistem pakar berbasis kecerdasan buatan, penelitian ini mencoba membantu petani untuk meminimalisir kesalahan dalam menentukan hama dan penyakit pada kelapa sawit melalui gejala atau data gejala tanaman. Sistem pakar [1] yang dibangun dapat menganalisis gejala tumbuhan kelapa sawit diharapkan implementasi sistem pakar ini mempermudah petani sawit dalam mendiagnosis penyakit dengan data inutan gejala.

2.2 Pengkodean Data Gejala Kelapa Sawit Berpenyakit.

Data pada tabel 1 berikut ini adalah daftar nama penyakit yang terdapat pada tanaman kelapa sawit. Untuk data gejala yang digunakan sebagai data pelatihan dalam sistem pakar penyakit kelapa sawit dengan DNN. Data diagnosis dengan label penyakit tabel 1 di bawah ini:

Tabel 1. Daftar Nama Penyakit, Kode dan Jumlah Kelas Penyakit.

Nama Penyakit	Kode Penyakit	Jumlah kelas
Penyakit Bercak Daun	Penyakit 1	213
Penyakit Busuk Daun Antroksa	Penyakit 2	321
Penyakit Karat Daun	Penyakit 3	325
Penyakit Tajuk Daun	Penyakit 4	236
Penyakit Busuk Kuncup	Penyakit 5	192
Penyakit Busuk Pangkal.	Penyakit 6	260
Ulat Api atau <i>Setora nitens</i>	Penyakit 7	324
Tungau Merah atau <i>Oligonychus</i> .	Penyakit 8	153
Kumbang Tanduk atau <i>Orycte rhinoceros</i> .	Penyakit 9	231
Penggerek Tandan Buah.	Penyakit 10	343
<i>Nematoda Rhadinaphelenchus Cocophilus</i> .	Penyakit 11	182

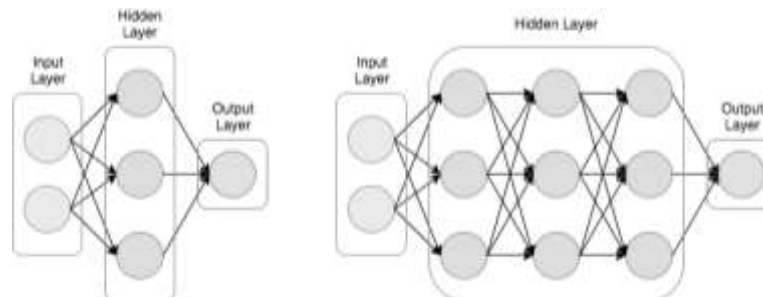
2.3 Implementasi Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan DNN

Deep Neural Network (DNN) adalah algoritma jaringan saraf mendalam, yang paling umum diterapkan untuk menganalisis fitur atau variabel. DNN adalah multilayer perceptron yang setiap neuronnya terhubung ke semua neuron di lapisan berikutnya [11]. DNN merupakan suatu sistem proses informasi yang memiliki karakteristik performa tertentu dalam jaringan saraf biologis secara mendalam. Dalam penelitian ini jaringan syaraf sebagai suatu objek atau model time series, dengan beberapa defenisi:

1. Pemrosesan informasi terjadi pada banyak elemen sederhana yang disebut neuron.
2. Sinyal dialirkan di antara neuron di atas jaringan terhubung.
3. Masing-masing jaringan terhubung memiliki *weight* yang dikalikan dengan sinyal yang ditransmisi.
4. Masing-masing neuron menggunakan fungsi aktivasi pada net masukan untuk menentukan sinyal output.

Suatu jaringan syaraf tiruan digolongkan berdasarkan pola hubungan di antara neuron yang disebut juga sebagai arsitektur, metode dalam menentukan nilai *weight* dari hubungan disebut sebagai pelatihan, pembelajaran, atau algoritma, dan fungsi aktivasi [12]. Ada banyak jenis arsitektur jaringan syaraf, beberapa diantaranya yaitu *feedforward*, *recurrent*, dan *radial basis function*. Model *Feedforward Neural Network* (FFNN) merupakan salah satu model yang sering digunakan untuk tujuan peramalan. Pada FFNN, proses dimulai dari masukan yang diterima oleh neuron, dimana neuron-neuron ini dikelompokkan dalam layer.

Algoritma DNN (*Deep Neural Networks*) adalah salah satu algoritma berbasis jaringan saraf yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Algoritma ini merupakan pengembangan dari Algoritma JST (Jaringan Saraf Tiruan) [13].



Gambar 2. Arsitektur Algoritma *Deep Neural Network* (DNN) [5]

Informasi yang diterima dari masukan layer dilanjutkan ke lapisan dalam FFNN secara berurutan hingga mencapai keluaran layer. lapisan yang berbeda diantara masukan dan keluaran disebut lapisan tersembunyi.

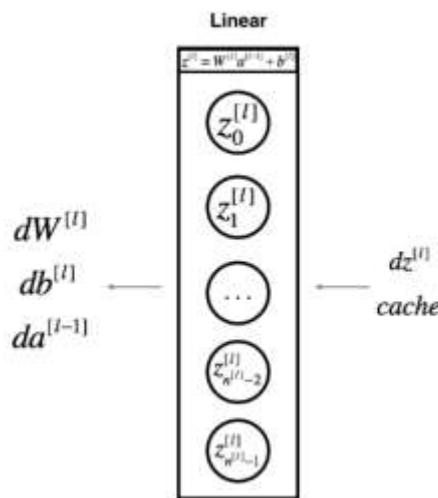


Masukan yang digunakan dalam neural network adalah lag dari observasi sebelumnya dan keluaran merupakan hasil peramalan. Contoh arsitektur model FFNN dengan terdiri dari p masukan, satu lapisan tersembunyi yang terdiri dari m unit dan dihubungkan ke keluaran. Namun, DNN mampu menemukan pola hierarkis dalam data dan mengumpulkan fitur yang lebih kompleks dari fitur yang lebih kecil dan lebih sederhana. Oleh karena itu, performa DNN dalam keterhubungan dan kompleksitas gejala sangat baik.

Kemudian dilanjutkan dengan analisis efek jumlah lapisan tersembunyi. Model DNN memiliki arsitektur lebih dalam berhasil meningkatkan akurasi ramalan. Hal ini ditunjukkan dengan dengan penurunan rata-rata RMSEP dengan penambahan lapisan tersembunyi [14]. Algoritma DNN berdasarkan proses biologis hubungan antara neuron menyerupai organisasi korteks visual hewan. DNN menggunakan praproses yang lebih sedikit dibandingkan dengan algoritma klasifikasi gejala lain. DNN mempelajari filter yang dalam algoritma gejala biasa. DNN sudah banyak digunakan dalam sistem pakar pengenalan gejala dan video, sistem pemberi rekomendasi, klasifikasi gambar, analisis gejala medis, dan pemrosesan bahasa alami. DNN merupakan salah satu metode yang mengawali kemunculan dan kesuksesan *Deep Learning*. Yang membedakan DNN dengan ANN adalah DNN memiliki arsitektur tambahan yang dioptimisasi untuk fitur contohnya yang ada pada data penyakit kelapa sawit input.

2.4 Analisis Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit Algoritma DNN

Pembelajaran mendalam menggunakan *Deep Neural Network* (DNN) untuk meniru kecerdasan hewan. Ada tiga jenis lapisan neuron dalam jaringan saraf: lapisan Input, lapisan Hidden, dan lapisan Output. Koneksi antara neuron dikaitkan dengan bobot, menentukan pentingnya nilai input. Dalam penelitian ini, DNN diterapkan untuk mengimplementasikan pembuatan Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode *Deep Neural Network*. *Deep Neural Network* (DNN) menggunakan neuron untuk mengirimkan data gejala dalam bentuk nilai masukan dan nilai keluaran melalui koneksi. *Deep Neural Network* (DNN) dalam merepresentasikan pembelajaran mesin saat sistem menggunakan banyak lapisan node untuk mendapatkan fungsi tingkat tinggi dari informasi masukan. Berikut ini contoh jaringan yang diterapkan dalam penelitian ini:



Gambar 3. Contoh Arsitektur Jaringan dengan Metode *Deep Neural Network*.

Dengan contoh 3 keluaran: $(dW^{[l]}, db^{[l]}, dA^{[l]})$ ($dW^{[1]}, db^{[1]}, dA^{[1]}$) are computed using the input $dZ^{[l]}dZ^{[l]}$. Berikut ini adalah formula untuk melakukan defenisi data diagnosis sebagai data gejala:

$$dW^{[l]} = \partial L / \partial W^{[l]} = 1/m (dZ^{[l]A^{[l-1]T}}) \tag{1}$$

$$db^{[l]} = \partial L / \partial b^{[l]} = 1/m (\sum 1mdZ^{[l(i)})) \tag{2}$$

$$dA^{[l-1]} = \partial L / (\partial A^{[l-1]}) = W^{[l]T}dZ^{[l]} \tag{3}$$

2.5 Evaluasi Sistem Pakar Dengan DNN

Dalam klasifikasi dengan DNN, terdapat tiga komponen utama dalam pemrosesan:

- a. Gejala masukan.
- b. Lapisan kernel yang akan kita terapkan pada gejala masukan.
- c. Gejala keluaran untuk menyimpan keluaran dari gejala masukan.

Pemrosesan data penyakit kelapa sawit dalam penelitian ini termasuk ke dalam bentuk klasifikasi *multi-class*. Data masukan yang berupa data gejala tanaman kelapa sawit diklasifikasikan menjadi beberapa kelas penyakit dan hama. Data *training* yang berupa data penyakit kelapa sawit dikelompokkan menjadi beberapa kelas penyakit dan hama di atas. Pengukuran kinerja dengan menggunakan *confusion matrix* ini mempunyai empat hasil pengukuran yakni:

- a. True Negative (TN):

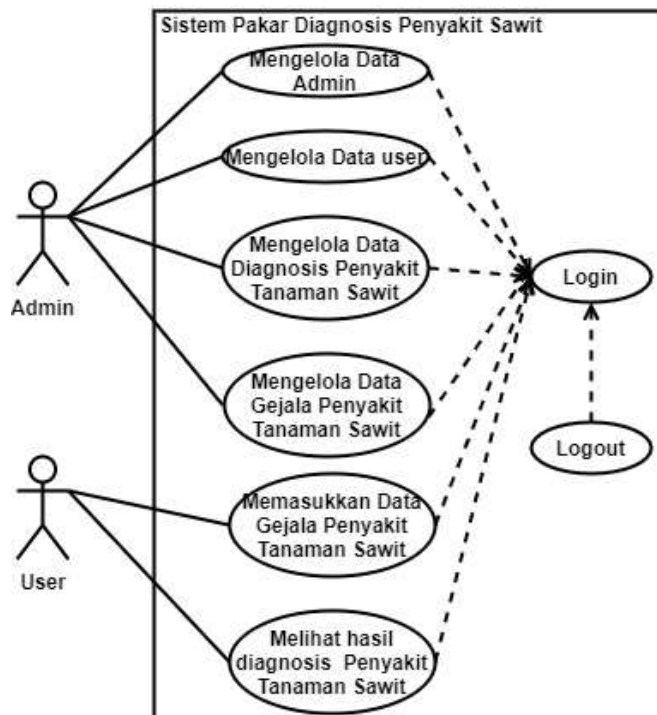


- TN adalah jumlah data gejala kelapa sawit yang diklasifikasikan salah (negatif) dan terdeteksi dengan benar.
- b. False Positive (FP):
FP adalah jumlah data gejala kelapa sawit yang diklasifikasikan salah (negatif) namun terdeteksi sebagai data klasifikasi benar (positif).
- c. True Positive (TP):
TP adalah jumlah data gejala kelapa sawit yang diklasifikasikan salah terdeteksi benar.
- d. False Negative (FN):
FN adalah adalah jumlah data gejala kelapa sawit yang diklasifikasikan benar (positif) dan terdeteksi dengan salah.

Model pembentukan data positif, maupun data negatif dilakukan pada proses *training* yang dilakukan otomatis pada Sistem dengan Metode *Deep Neural Network* (DNN). Setelah data gejala penyakit tanaman sawit dilatih, maka model data latih akan disimpan untuk proses pengujian diagnosis penyakit tanaman sawit. Bentuk klasifikasi multi-label pada dasarnya sama dengan *multi-class* dimana data dikelompokkan menjadi beberapa kelas, namun pada klasifikasi multi-label, data dapat dimasukkan dalam beberapa kelas sekaligus. Evaluasi pengujian disimpan sebagai *confussion matrix*. Sehingga dapat dinilai seberapa berhasil sistem mendiagnosis penyakit pada tanaman sawit. Proses evaluasi pada penelitian ini menggunakan evaluasi tersebut yang sangat cocok dalam mengevaluasi keakuratan hasil klasifikasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada gambar berikut merupakan *usecase* sistem pakar penyakit tanaman sawit dengan metode *Deep Neural Network* (DNN). Desain *usecase* inilah yang digunakan dalam mengimplementasikan pembuatan Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode *Deep Neural Network* dalam penelitian ini.



Gambar 4. *Usecase* Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode *Deep Neural Network*.

Pada bagian ini, ditampilkan hasil dari implementasi sistem pakar diagnosis penyakit tanaman sawit dengan algoritma DNN. Pada sistem inilah kami, proses diagnosis penyakit tanaman sawit dilakukan secara otomatis pada halaman inputan berupa daftar symptom atau gejala penyakit tanaman sawit. Setiap user sistem harus mempunyai id sebagai pengguna. Karena setiap user mempunyai histori suatu penyakit tanaman sawit dengan diagnosis yang didaftarkan dalam aplikasi. Terdapat 65 gejala penyakit yang bisa dipilih dan disesuaikan dengan keadaan tanaman sawit yang sedang diperiksa. Daftar tabel gejala ini pada tampilan aplikasi dapat dilihat pada gambar 3. Berikut ini adalah daftar tampilan sistem dari penggunaan awal dari sistem pakar diagnosis penyakit tanaman sawit dengan algoritma DNN yang dilihat pada gambar 2 berikut ini:

3.1 Halaman Awal Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN

Berikut merupakan tampilan awal dari sistem pakar diagnosis penyakit tanaman sawit.



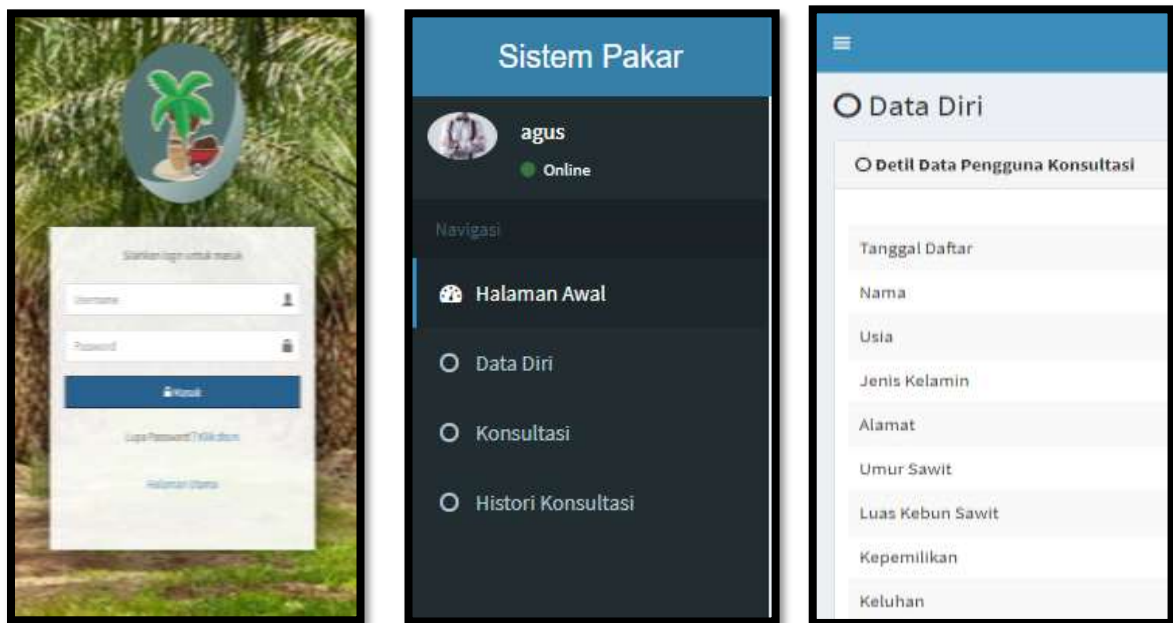
(a)

(b)

Gambar 5. Tampilan Awal Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN
(a)Tampilan Beranda Home pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN.
(b)Tampilan Menu pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN.

3.2. Login untuk konsultasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN

Berikut merupakan tampilan login untuk konsultasi.



(c)

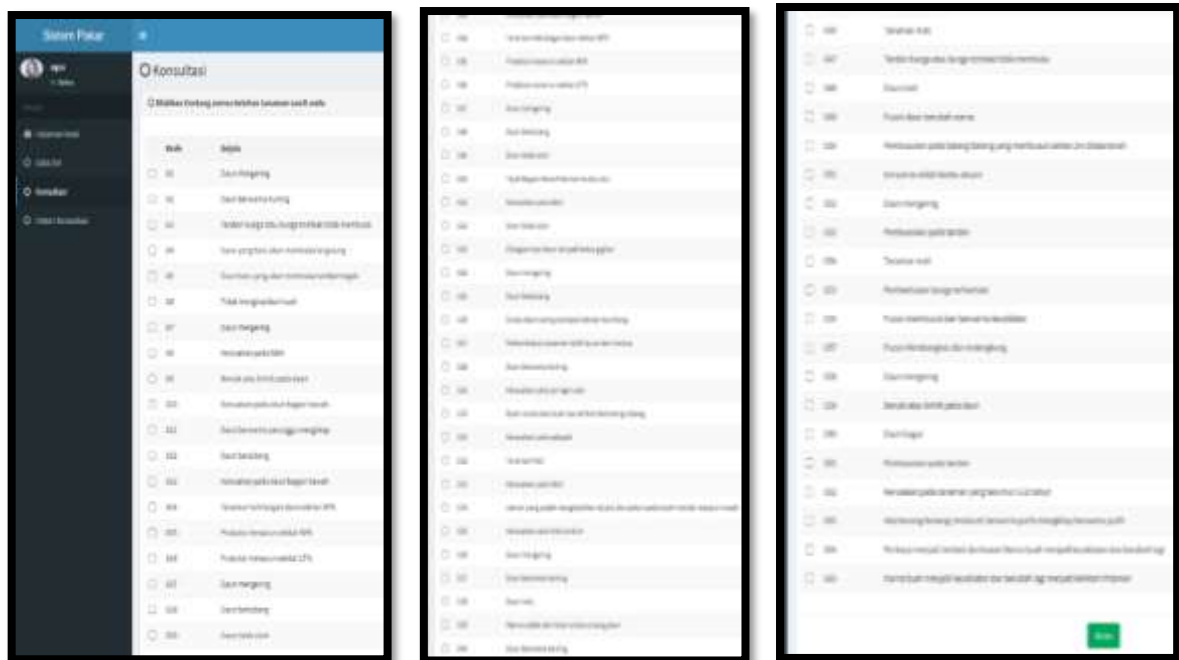
(d)

(e)

Gambar 6. Tampilan Login untuk konsultasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN (c)Tampilan Login Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN.
(d)Tampilan Halaman Akun User Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN.
(e)Tampilan Detail Data User Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN.

3.3. Konsultasi, Pilih gejala Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN

Berikut merupakan tampilan menu konsultasi, memilih gejala.



(f)

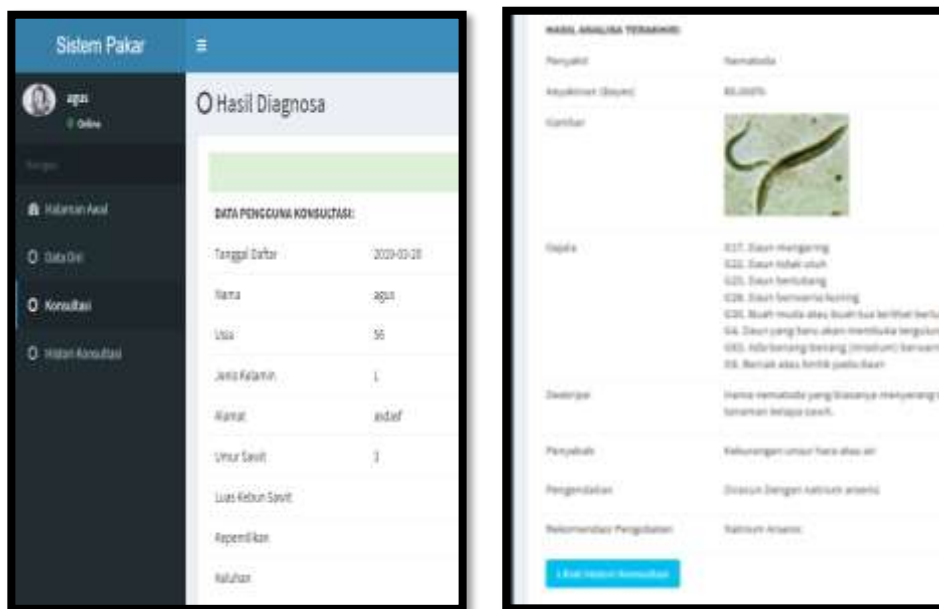
(g)

(h)

Gambar 7. Konsultasi, Pilih gejala Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN
 (f)Tampilan list Gejala Halaman 1 pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN (g) Tampilan list Gejala Halaman 2 pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN. (h) Tampilan list Gejala Halaman 3 pada Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN.

3.4. Hasil Diagnosa Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN

Berikut merupakan tampilan hasil diagnosa sistem pakar diagnosis penyakit tanaman sawit.



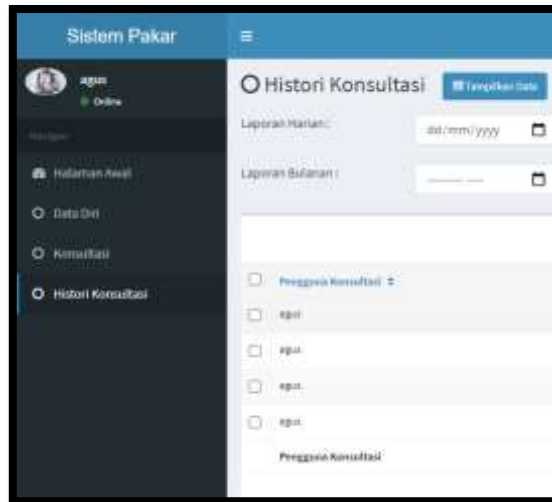
(i)

(j)

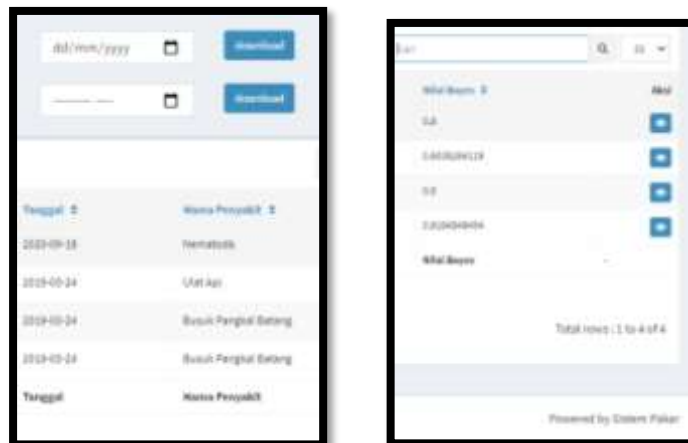
Gambar 8. Hasil Diagnosa Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN
 (i)Halaman 1 Hasil Diagnosis Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN. (j) Halaman 2 Hasil Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN

3.5. Histori Konsultasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN

Berikut merupakan tampilan histori konsultasi sistem pakar diagnosis penyakit tanaman sawit.



Gambar 9. Histori Konsultasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN



(k)

(l)

Gambar 10. Tampilan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN. (k)Tampilan Untuk Mendownload Laporan Hasil Diagnosis Penyakit Sawit Sesuai Tanggal . (l) Hasil Report Perhitungan Diagnosis Sistem Pakar Penyakit Sawit

3.6. Hasil Pengujian Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tanaman Sawit dengan Algoritma DNN

Pada tabel 2 berikut ini kami tampilkan hasil pengujian sistem pakar diagnosis sawit dengan metode DNN. Terdapat variabel P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8, P9, P10 dan P11 yang merupakan sebelas kelas penyakit yang terdiagnosis dari data simpton yang didaftarkan dalam aplikasi Sistem Pakar Diagnosis Sawit dengan DNN:

Tabel 2. Pengujian Sistem Pakar Diagnosis Sawit dengan DNN

	Kelas Pelabelan Manual										
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
V1	37	31	17	29	5	35	6	35	12	10	24
V2	5	67	15	8	11	6	31	10	31	18	10
V3	9	18	49	27	13	10	13	30	23	10	4
V4	31	31	26	92	14	23	21	21	21	7	13
V5	12	5	21	80	61	15	16	5	32	19	3
V6	6	30	23	33	11	100	29	4	5	25	11
V7	30	27	24	35	6	14	71	23	27	17	13
V8	16	22	23	24	25	20	26	31	17	20	11
V9	23	29	10	24	36	25	16	22	87	8	3
V10	18	9	35	4	23	25	28	22	35	97	7
V11	33	38	36	23	20	20	13	17	8	36	10
	187	274	246	346	192	260	237	187	265	234	62



Pada tabel 2 diatas ini ditampilkan hasil pengujian sistem pakar diagnosis sawit dengan metode DNN, variabel pada kolom yang horizontal merupakan kelas penyakit hasil pengujian secara persepsi manusia. Data pelabelan kelas manual ini diperoleh dari data penyakit dari studi kasus. Data ini diperoleh dari hasil diagnosis ahli atau pakar yang pernah mendiagnosis secara langsung dilapangan. Variabel V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, dan V11 yang tersusun dalam kolom vertikal adalah hasil diagnosis kelas secara otomatis menggunakan sistem pakar sistem pakar diagnosis sawit dengan metode DNN.

Tabel 3. Data Variabel dan Kelas Sistem Pakar Diagnosis Sawit dengan DNN

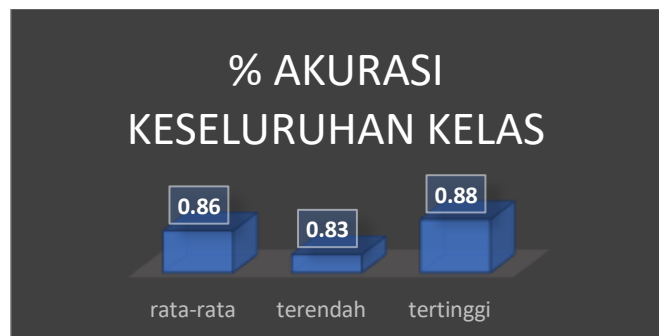
No	Variabel	Kode
1	Jumlah kelas	A
2	TP	B
3	TN	C
4	FP	D
5	FN	E
6	Presisi	F
7	Recall	G
8	F1-score	H
9	Akurasi	I
10	Missclassificaion rate	J

Pada tabel 3 di atas adalah data pengkodean variabel dan kelas sistem pakar diagnosis sawit dengan DNN. Pengkodean ini digunakan untuk melakukan perhitungan confusion matrik pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Hasil Diagnosis Sistem Pakar Diagnosis Sawit dengan DNN

Kode	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
V1	187	37	2443	204	183	0.15	0.17	0.16	0.87	0.13
V2	274	67	2415	145	240	0.32	0.22	0.26	0.87	0.13
V3	246	49	2431	157	230	0.24	0.18	0.20	0.87	0.13
V4	346	92	2280	208	287	0.31	0.24	0.27	0.83	0.17
V5	192	61	2434	208	164	0.23	0.27	0.25	0.87	0.13
V6	260	100	2397	177	173	0.36	0.37	0.36	0.88	0.12
V7	237	71	2381	216	199	0.25	0.26	0.25	0.86	0.14
V8	187	31	2443	204	189	0.13	0.14	0.14	0.86	0.14
V9	265	87	2373	196	211	0.31	0.29	0.30	0.86	0.14
V10	234	97	2394	206	170	0.32	0.36	0.34	0.87	0.13
V11	62	10	2514	244	99	0.04	0.09	0.06	0.88	0.12

Tabel 4 di atas adalah data hasil evaluasi dalam bentuk variabel Jumlah kelas, TP, TN, FP, FN, Presisi , Recall, F1-score, Akurasi, dan Missclassificaion rate terhadap kelas V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, dan V11. Kelas V1-V11 adalah kelas yang didaftarkan sebagai daftar penyakit yang dihasilkan dari perhitungan dari perhitungan DNN diantaranya Penyakit Bercaak Daun, Penyakit Busuk Daun Antroksa, Penyakit Karat Daun, Penyakit Tajuk Daun, Penyakit Busuk Kuncup, Penyakit Busuk Pangkal, Ulat Api atau Setora nitens, Tungau Merah atau Oligonychus, Kumbang Tanduk atau Orycte rhinoceros, Penggerek Tandan Buah, dan Nematoda Rhadinaphelenchus Cocophilus. Berikut ini adalah hasil persentasi akurasi secara keseluruhan dari hasil pengujian pada Sistem Pakar Diagnosis Sawit dengan DNN.



Gambar 11. Akurasi Sistem Pakar Diagnosis Sawit dengan DNN

Pada gambar 11 di atas ditampilkan visualisasi dari pengujian Sistem Pakar Diagnosis Sawit dengan DNN. Dengan jumlah kelas sebanyak 11 yakni dapat dilihat pada tabel 1 bagian awal makalah ini. Dengan variabel pengujian yang terdapat pada tabel 3. Diperoleh nilai akurasi tertinggi yakni sebesar 0.88, sedangkan nilai terendah sebesar 0.83 dan rata-rata akurasi adalah 0.86.



4. KESIMPULAN

Dengan jumlah kelas sebanyak 11 (Penyakit Bercak Daun, Penyakit Busuk Daun Antroksa, Penyakit Karat Daun, Penyakit Tajuk Daun, Penyakit Busuk Kunci, Penyakit Busuk Pangkal, Ulat Api atau Setora nitens, Tungau Merah atau Oligonychus, Kumbang Tanduk atau *Oryctes rhinoceros*, Penggerek Tandan Buah, dan Nematoda *Rhadinaphelenchus Cocophilus*), dengan variabel pengujian antara lain Jumlah kelas, TP, TN, FP, FN, Presisi, *Recall*, *F1-score*, Akurasi, dan *Missclassification rate*. Diperoleh nilai akurasi tertinggi yakni sebesar 0.88, sedangkan nilai terendah sebesar 0.83 dan rata-rata akurasi adalah 0.86. Hal ini menunjukkan bahwa hasil diagnosis sistem pakar pada data penyakit kelapa sawit dengan DNN cukup baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Universitas Dinamika Bangsa Jambi yang telah memfasilitasi tim peneliti serta kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang telah mendanai riset ini pada Skema Penelitian Dosen Pemula ID Proposal: 0cadd022-a0b6-41b6-9949-b89c2a29fce1 dengan judul “Analisis dan Implementasi Sistem Pakar Penyakit Tanaman Sawit dengan Metode Deep Neural Network (DNN) Berbasis Platform Android”.

REFERENCES

- [1] K. Mustaqim, “Aplikasi Sistem Pakar Untuk Diagnosa Hama dan Penyakit Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Naive Bayes(STUDY KASUS : PT . Perkebunan Nusantara V),” 2013.
- [2] A. Sidauruk and A. Pujiyanto, “Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Tanaman Kelapa Sawit menggunakan Teorema Bayes,” *J. Ilm. Data Manaj. dan Teknol. Inf.*, vol. 18, no. maret, 2017.
- [3] R. I. Fajri, “Identifikasi Penyakit Daun Tanaman Kelapa Sawit Menggunakan Support Vector Machine,” *J. Teknol. Perkeb.*, 2014.
- [4] R. Sarno and J. Sidabutar, “Comparison of Different Neural Network Architectures for Software Cost Estimation,” in *International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications Comparison*, 2015, pp. 68–73.
- [5] A. Kamilaris and F. X. Prenafeta-Boldú, “Deep learning in agriculture: A survey,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 147, no. July 2017, pp. 70–90, 2018.
- [6] Y. Zhang and Z. Mu, “Ear detection under uncontrolled conditions with multiple scale faster Region-based convolutional neural networks,” *Symmetry (Basel)*, vol. 9, no. 4, 2017.
- [7] R. Ranjan, V. M. Patel, and R. Chellappa, “A deep pyramid Deformable Part Model for face detection,” *2015 IEEE 7th Int. Conf. Biometrics Theory, Appl. Syst. BTAS 2015*, 2015.
- [8] M. S. Mahua, “SISTEM PAKAR UNTUK MENDIAGNOSIS PENYAKIT TANAMAN JERUK (LIMAU) MENGGUNAKAN METODE BAYES,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 2, no. 2, pp. 196–202, 2018.
- [9] E. Rasywir and A. Purwarianti, “Eksperimen pada Sistem Klasifikasi Berita Hoax Berbahasa Indonesia Berbasis Pembelajaran Mesin,” *J. Cybermatika*, vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2015.
- [10] S. Shen, A. A. T. Bui, J. Cong, and W. Hsu, “An automated lung segmentation approach using bidirectional chain codes to improve nodule detection accuracy,” *Comput. Biol. Med.*, vol. 57, pp. 139–149, 2015.
- [11] A. B. Adege and H. Lin, “applied sciences Applying Deep Neural Network (DNN) for Robust Indoor Localization in Multi-Building Environment,” *applsci*, vol. 8, pp. 1–14, 2018.
- [12] H. Bunyamin, Heriyanto, S. Novianti, and L. Sulistiani, “Topic clustering and classification on final project reports: A comparison of traditional and modern approaches,” *IAENG Int. J. Comput. Sci.*, vol. 46, no. 3, pp. 1–6, 2019.
- [13] W. Liu, Z. Wang, X. Liu, N. Zeng, Y. Liu, and F. E. Alsaadi, “A survey of deep neural network architectures and their applications,” *Neurocomputing*, vol. 234, no. December 2016, pp. 11–26, 2017.
- [14] J. Tang, M. Qu, and Q. Mei, “PTE: Predictive Text Embedding through Large-scale Heterogeneous Text Networks,” pp. 1165–1174, 2015.