

## DETEKSI CEPAT KADAR ALKOHOL PADA MINUMAN KOPI DENGAN METODE SPEKTROSKOPI DIELEKTRIK DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN

Sucipto Sucipto <sup>\*1</sup>, Yuyun Rohmawati <sup>2</sup>, Dyah Ayu Widyaningrum <sup>3</sup>, Danang Triagus Setiawan <sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Brawijaya, Malang

Email: <sup>1</sup>ciptotip@ub.ac.id, <sup>2</sup>yuyunrhmti5@gmail.com <sup>3</sup>dyahayuwn@student.ub.ac.id <sup>4</sup>danangtriagus@ub.ac.id

<sup>\*</sup>Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 27 Mei 2020, diterima untuk diterbitkan: 27 Januari 2022)

### Abstrak

Penambahan *whiskey* pada minuman kopi menjadi problem bagi konsumen. Pengukuran perbedaan nilai sifat biolistrik setiap bahan diharapkan dapat memprediksi kadar alkohol dalam minuman kopi. Tujuan penelitian ini adalah untuk memprediksi kadar alkohol dan pH minuman kopi berbasis sifat biolistrik bahan dan Jaringan Syaraf Tiruan (JST). Algoritma backpropagation digunakan menghubungkan input sifat biolistrik dan output prediksi kadar alkohol dan pH minuman kopi ditambah *whiskey*. Hasil penelitian menunjukkan minuman kopi bersifat kapasitif bahkan resistif. Analisis sensitivitas dengan input sifat biolistrik (induktansi, kapasitansi, resistansi dan impedansi) dan output kadar alkohol dan pH didapat topologi JST terbaik yaitu 4-10-30-2. Pada topologi JST terbaik didapat MSE pelatihan 0,000948 dan MSE validasi 0,0011 serta koefisien korelasi (R) pelatihan sebesar 0,99929 dan R validasi 0,99985. Hasil ini membuka peluang pengembangan teknik deteksi cepat kadar alkohol dalam minuman kopi berbasis sifat biolistrik dengan pemodelan JST.

**Kata kunci:** biolistrik, Jaringan Syaraf Tiruan, kopi, whiskey

## RAPID DETECTION OF ALCOHOL IN COFFEE DRINK WITH DIELECTRIC SPECTROSCOPY METHOD AND ARTIFICIAL NEURAL NETWORK

### Abstract

*Whiskey addition in the coffee drinks is a problem for consumers. Measurement of differences in the value of the bioelectric properties of each ingredient is expected to predict alcohol content in coffee drinks. The purpose of this study was to estimate the alcohol content and pH of coffee drinks based on the bioelectric of material and Artificial Neural Networks (ANN). The back propagation algorithm was used to connect the input of bioelectric properties and output of prediction of alcohol content and pH in liqueur coffee. The results showed that liqueur coffee are capacitive and even resistive. Sensitivity analysis with bioelectric properties as input (inductance, capacitance, resistance, and impedance) and alcohol and also pH as output obtained the best ANN topology, 4-10-30-2. The best ANN topology had Mean Standard Error (MSE) of training of 0.000948 and validation MSE of 0.0011 with the correlation coefficient (R) of training and validation of 0.99929 and 0.99985, respectively. These results open up opportunities for the development of rapid alcohol content detection techniques based on bioelectric properties with ANN models for coffee drinks.*

**Keywords:** bioelectric, Artificial Neural Network, coffee, whiskey

### 1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu minuman yang digemari masyarakat Indonesia dan dunia. Rasa dan aroma kopi dapat membuat tenang. Saat ini, banyak dikembangkan variasi minuman kopi dari berbagai negara. Di cafe, restoran, dan hotel ternama banyak disajikan variasi minuman kopi dengan nama unik dan asing. Pengunjung sering tidak dapat memastikan kandungan dan kehalalannya. Salah satunya *Irish coffee* dari Irlandia.

Kopi Irlandia merupakan minuman kopi ditambah *whiskey*, karena dianggap memberi rasa dan

aroma kuat. Penambahan *whiskey* dapat mencapai 30 ml per 180 ml minuman kopi. Minuman kopi yang ditambah *whiskey* menjadi haram karena termasuk minuman memabukkan. Seperti halnya penelitian yang telah dilakukan oleh Abidin et al., (2014) dalam pengembangan autentikasi produk halal pada cairan yang mengandung alkohol. Karena itu, perlu penentuan kandungan alkohol pada minuman kopi.

Pengukuran kadar alkohol telah berkembang melalui berbagai model. Metode konvensional seperti Kromatografi Gas (KG) (Weatherly et al., 2014), Spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FTIR)

(Sharma et al., 2009), dan *Infra-Red* (IR) (Lachenmeier et al., 2010). Beberapa penelitian bahkan memodifikasi metode KG agar lebih sensitif dapat dipadu dengan *flame ionization detectors* (Orton et al., 2016), ataupun modifikasi *headspace* (HS) (Zhang et al., 2015). Model lain seperti spektrometri *Mid-IR* dapat mengukur kadar alkohol biodiesel secara cepat, sederhana, dan non-destruktif (Guimarães et al., 2014). Konsentrasi alkohol pada darah dapat ditentukan dengan  $^1\text{H}$  NMR (Zailer & Diehl, 2016). Spektrometri Raman juga dapat menentukan alkohol (Boyaci et al., 2012) sehingga mengurangi tenaga kerja, proses separasi, dan eror selama standarisasi. Berbagai metode di atas cukup untuk menentukan kadar alkohol, namun membutuhkan waktu lama untuk menyiapkan sampel, perlu bahan kimia untuk reaksi, dan biaya yang relatif besar.

Metode lain yang berpotensi dikembangkan untuk prediksi kadar alkohol yaitu spektroskopi dielektrik. Metode ini berbasis sifat listrik bahan yang diletakkan di antara kapasitor sejajar. Sifat dielektrik merupakan parameter hasil interaksi bahan dalam medan elektromagnetik. Sifat dielektrik bahan telah digunakan menilai kualitas dan cemaran pangan secara cepat dan non-destruktif. Diantaranya, untuk lemak babi dan ayam (Rosita dkk, 2016), deteksi lemak babi dari lemak minyak goreng sawit dan lemak sapi (Sucipto et al., 2013; Sucipto et al., 2011). Prediksi rendemen tebu (Sucipto dkk., 2016; Sucipto dkk, 2018a), kadar air, sukrosa, dan gula inversi tebu (Sucipto, et al., 2018b) hingga klasifikasi kandungan protein tepung terigu (Sucipto, et al., 2019), bahkan pengembangan autentikasi produk halal pada cairan dengan kadar alkohol rendah (Abidin et al., 2014).

Penelitian sifat dielektrik bahan untuk prediksi kadar alkohol sangat terbatas. Sarkar et al., (2017) menggunakan *terahertz dielectric spectroscopy* untuk deteksi alkohol pada frekuensi 0,5–10 THz. Kataria, et al., (2017) mempelajari *dielectric properties* dari

tequila pada frekuensi 0.5-20 GHz menggunakan *coaxial probe*. *Dielectric spectroscopy* juga telah digunakan untuk mempelajari campuran alkohol pada *biofuel* (Khaled et al., 2016; Oka et al., 2006), dan beberapa larutan (Abidin et al., 2014). Penelitian di atas menggunakan metode spektroskopi dielektrik pada frekuensi tinggi untuk identifikasi alkohol.

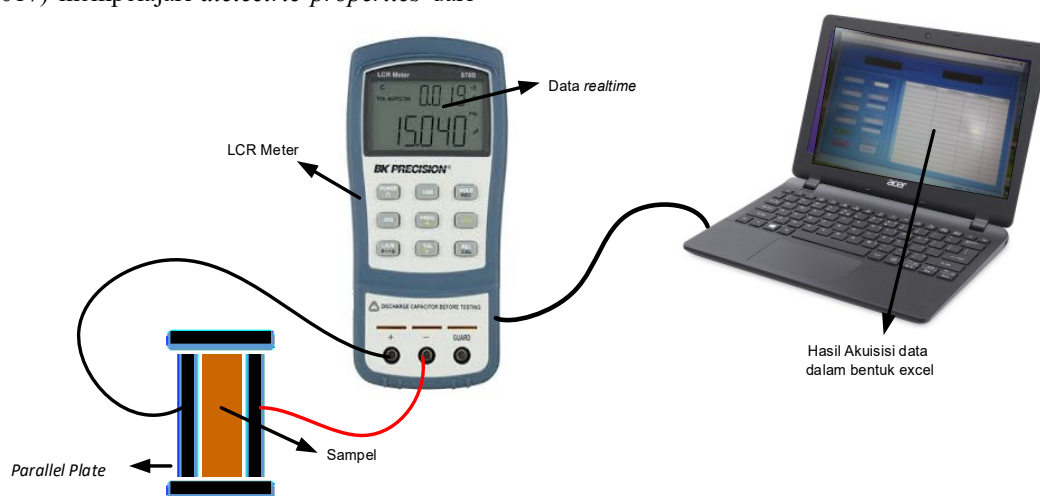
Penelitian ini memadukan sifat dielektrik yang diukur pada frekuensi rendah dengan model jaringan syaraf tiruan (JST) algoritma *backpropagation* untuk memprediksi kadar alkohol dalam minuman. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat bioelektrik minuman kopi ditambah *whiskey*. Selain itu, untuk mengetahui model JST terbaik untuk memprediksi kadar alkohol minuman kopi ditambah *whiskey*.

## 2. METODE PENELITIAN

Pengukuran sifat biolistrik dilakukan menggunakan LCR Meter BK Precision seri 879 yang dihubungkan dengan *parallel plate* berukuran panjang 2 cm lebar 1 cm, dan tinggi 0,5 cm berbahan tembaga seperti terlihat pada **Gambar 1**. Pengisian sampel pada *parallel plate* menggunakan pipet tetes, sedangkan pH diukur dengan pH meter.

Sampel menggunakan kopi (kettles dan ibrik) jenis robusta dan Robinson *whiskey*. Terdapat 7 sampel minuman yaitu kopi murni, *whiskey* murni dan 5 campuran kopi dan *whiskey* dengan perbandingan 97,5%:2,5%, 95%:5%, 90%:10%, 85%:15%, 80%:20%. Sampel minuman diambil 3 tetes dan dimasukkan ke *parallel plate*. Pengujian sifat listrik: induktansi (L), kapasitansi (C), resistansi (R), dan impedansi (Z) pada frekuensi 100, 120, 1000, dan 10000 Hz.

Sampel minuman diukur pada suhu ruang 24-27°C, dilakukan 3 kali ulangan dengan 5 kali pengukuran sifat dielektrik pada setiap frekuensi sehingga diperoleh 420 dataset.

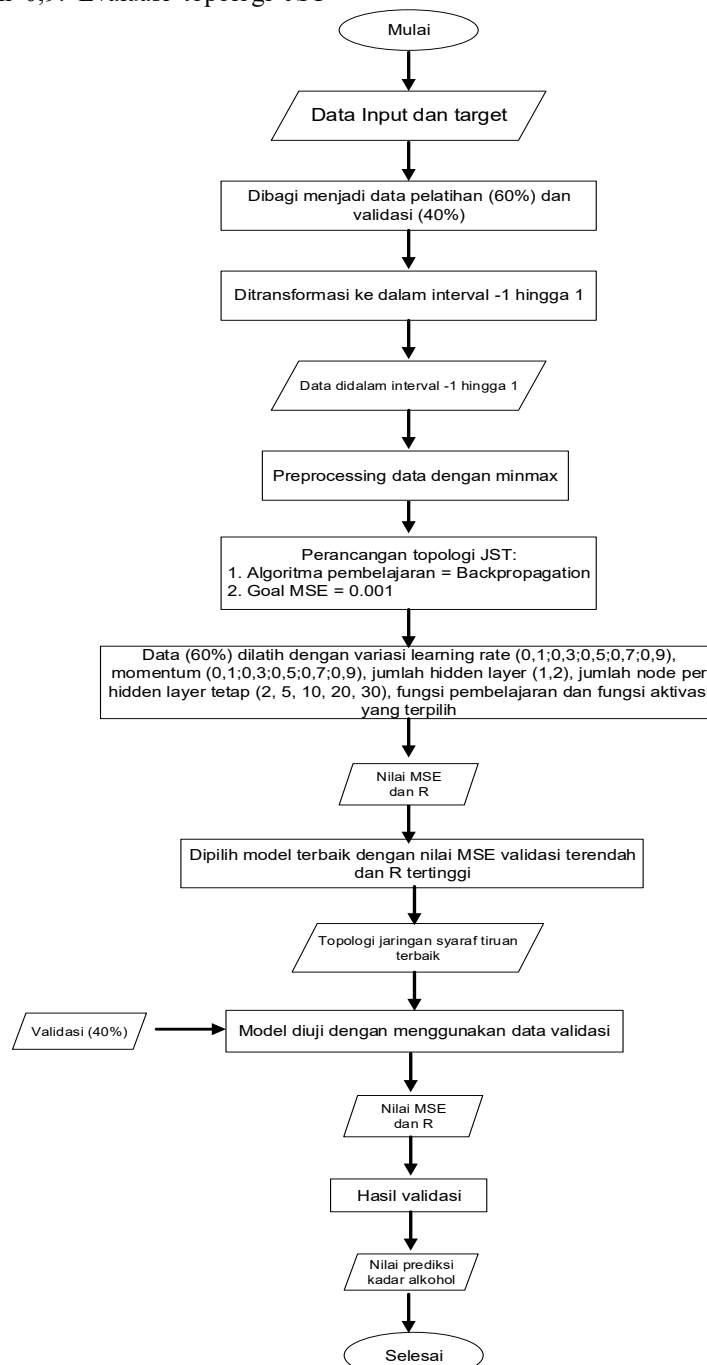


Gambar 1. Skema Pengukuran Sifat Biolistrik

Topologi JST dirancang menggunakan 420 *dataset* dengan *Software* Matlab R2012a dan diproses dengan laptop ASUS x 420 Series dengan alur seperti **Gambar 2**. Data input hasil pengukuran sifat biolistrik dan *output* kadar alkohol dan pH. Data pelatihan dan validasi dicoba dengan proporsi 60%:40%, 70%:30%, dan 80%:20%. Sebelum digunakan input, *dataset* di-*preprocessing* menggunakan normalisasi *min-max* karena memiliki skala berbeda. Optimasi JST melalui analisis sensitivitas untuk memilih 14 fungsi pembelajaran, 6 pasang fungsi aktivasi, variasi jumlah *node* pada *hidden layer* [2, 5, 10, 20, 30], jumlah *hidden layer* [1, 2] dengan variasi *learning rate* dan momentum 0,1, 0,3, 0,5, 0,7, dan 0,9. Evaluasi topologi JST

dilakukan dengan *Mean Square Error* (MSE) pada batas maksimal sebesar 0.001, dan rasio antara hasil prediksi dengan nilai sebenarnya berupa indikator koefisien korelasi (R).

Evaluasi topologi dilakukan pada proses pelatihan dan validasi, akan tetapi topologi terbaik ditentukan dari hasil validasi model dengan koefisien korelasi tertinggi dan MSE terendah. Topologi terbaik dapat diaplikasikan untuk memprediksi kadar alkohol dan pH minuman kopi dengan tambahan *whiskey*. Aplikasi ini mengintegrasikan teknik pengukuran sifat biolistrik dengan model JST sehingga dapat memprediksi kadar alkohol dan pH dalam minuman kopi secara lebih cepat.



Gambar 2. Prosedur Analisis JST

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Karakteristik Kadar Alkohol dan pH Campuran Minuman Kopi dan *Whiskey*

Hasil uji kadar alkohol dan pH campuran minuman kopi dan *whiskey* pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar alkohol dan pH sampel minuman

Proporsi	Kadar Alkohol	pH
97,5:2,5	20	5,2
95:5	21	5,2
90:10	22	5,0
85:15	22	4,9
80:20	22	4,9

Tabel 1 menunjukkan minuman kopi dengan tambahan *whiskey* memiliki kadar alkohol 20-22%. Kopi murni yang tidak ditambah *whiskey* sudah mengandung alkohol dari hasil fermentasi kopi selama pengolahan, sehingga memiliki tingkat keasamaan yang relatif rendah. Campuran minuman kopi dan *whiskey* memiliki pH 4,9-5,2 meningkat keasamannya seiring penambahan *whiskey*. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan Serway et al., (2010) bahwa derajat keasamaan bahan berhubungan sifat biolistrik dimana bahan memiliki keasamaan tinggi menjadi penghantar arus listrik yang baik.

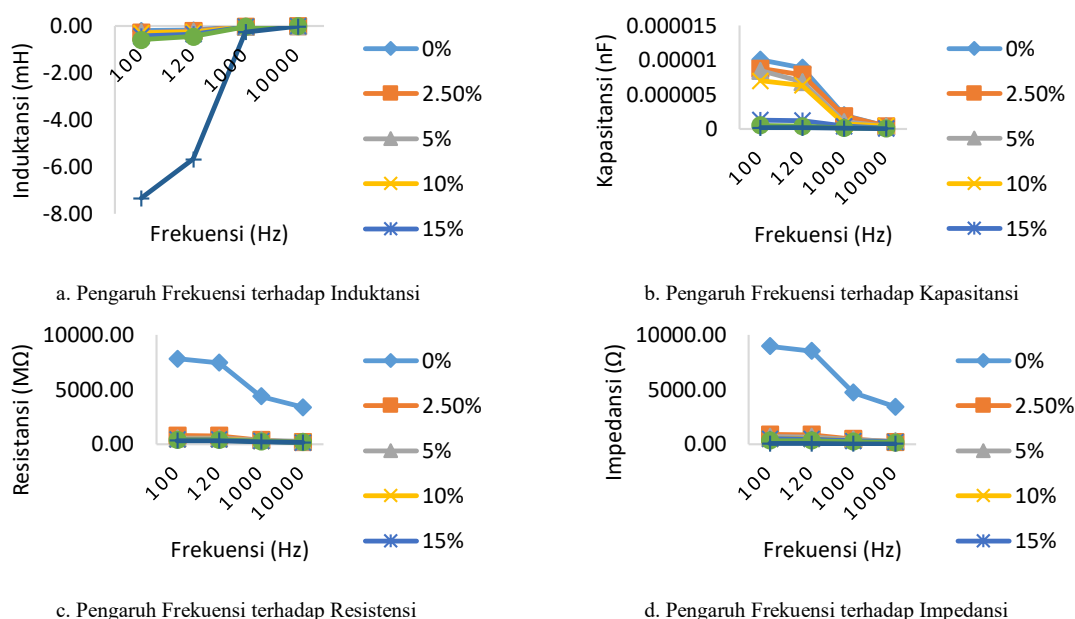
#### 3.2. Karakteristik Biolistrik Minuman Kopi ditambah *Whiskey*

Karakteristik biolistrik minuman kopi dengan tambahan *whiskey* diukur pada frekuensi, untuk menentukan variansi terbaik. Frekuensi medan listrik eksternal berpengaruh terhadap sifat biolistrik bahan dielektrik, karena polarisasi molekul bahan (Nelson

dan Trabelsi, 2012). Pengaruh frekuensi terhadap induktansi, kapasitansi, resistensi, dan impedansi pada penelitian ini ditunjukkan pada **Gambar 3**. Nilai induktansi meningkat seiring kenaikan frekuensi. Induktansi bernilai negatif, sedangkan kapasitansi bernilai positif, sehingga bahan cenderung bersifat kapasitif.

Johns (2014) mendefinisikan kapasitansi sebagai kemampuan bahan untuk menyimpan muatan listrik. Jumlah muatan listrik yang dilewatkan pada sampel bergantung pada frekuensi sinyal yang diberikan. Ketika frekuensi transmisi diperbesar, medan listrik internal sampel akan berubah dengan cepat sehingga penyesuaian momen dipol berkurang mengakibatkan muatan listrik yang tersimpan juga berkurang. Hal tersebut juga terjadi pada momen dipol minuman kopi yang tidak dapat mengikuti peningkatan frekuensi listrik eksternal secara linear. Hasil pengamatan berpola sama dengan bahan dielektrik lain seperti jeruk yang telah diteliti oleh Juansah et al., (2012).

Parameter lain seperti resistansi yaitu kemampuan menghambat arus listrik bahan cenderung berbanding terbalik terhadap frekuensi. Jika frekuensi semakin tinggi, muatan yang mengisi kapasitor semakin sedikit sehingga hambatan arus listrik semakin kecil. Nilai impedansi pada rangkaian dipengaruhi oleh frekuensi, resistansi dan reaktansi total (Juansah et al., 2012). Impedansi suatu rangkaian merupakan hambatan total pada medan listrik bahan. Seperti halnya pada jeruk (Juansah et al., 2012), impedansi minuman kopi beralkohol juga merupakan fungsi frekuensi. Seiring peningkatan frekuensi transmisi medan listrik, maka reaktansi dan impedansi menurun.



Gambar 3. Pengaruh Frekuensi terhadap (a) Induktansi, (b) Kapasitansi, (c) Resistensi, (d) Impedansi

Sifat biolistrik dipengaruhi persen penambahan *whiskey*. Penambahan *whiskey* pada minuman kopi

berbanding terbalik dengan nilai induktansi, kapasitansi, resistansi, dan impedansi. Perubahan

nilai biolistrik dipengaruhi polarisasi. Molekul alkohol amfifilik memiliki bagian hidroksil polar mampu membentuk ikatan H yang memengaruhi polaritas bahan (Sarkar et al., 2017). Polarisasi bahan menyebabkan penataan ulang posisi elektron bebas, sehingga sifat biolistrik setiap bahan berbeda.

### 3.3 Pemodelan JST

Hasil pengukuran parameter sifat biolistrik sebelum dilakukan pemodelan JST perlu dievaluasi proporsi data yang sesuai untuk proses training dan validasi.

Tabel 2. Trial Error proporsi Data

Data Pelatihan (%)	Data Validasi (%)	Regresi
80	20	0.41719
70	30	0.59980
60	40	0.99926

*Trial error* digunakan untuk mendapatkan proporsi data terbaik dalam membangun model JST, yaitu data pelatihan 60% dan data validasi 40%. Seperti dikemukakan oleh Li et al, (2015) efektivitas pelatihan dapat dilihat dari nilai regresi tertinggi dari beberapa persen data yang digunakan.

### 3.4 Optimasi Topologi JST

Analisis sensitivitas digunakan untuk memilih topologi JST terbaik dengan beberapa fungsi pembelajaran, fungsi aktivasi, jumlah *hidden layer*, *node hidden layer*, *learning rate* dan momentum. Pada penelitian ini ada 14 jenis fungsi pembelajaran dicoba dan dibandingkan hasilnya sehingga dipilih yang terbaik dengan kriteria MSE validasi terendah dan nilai R validasi tertinggi.

Variasi fungsi pembelajaran (Tabel 3), menunjukkan fungsi pembelajaran *trainbr* terbaik. Fungsi *trainbr* (Bayesian Regularization *Backpropagation*) memperbarui nilai bobot dan bias menggunakan optimasi Lavenberg-Marquardt sehingga didapatkan model dengan generalisasi yang baik.

Tabel 3. Trial Error Fungsi Pembelajaran

Fungsi Pembelajaran	R Validasi	MSE Validasi
Trainlm	0,9998	0,0017
Traingd	0,97682	0,15
Traingdm	0,98163	0,1152
Traingda	0,97829	0,1341
Traincgb	0,99616	0,0253
Trainscg	0,99877	0,0095
Trainbfg	0,99789	0,0145
Trainbr	0,99985	0,0011
Trainoss	0,9955	0,0288
Traincgf	0,99639	0,0266
Traincgp	0,99578	0,0287
Trainrp	0,9966	0,012
Trainidx	0,98091	0,1206
<b>Trainb</b>	<b>0,1888</b>	<b>0,19</b>
Trainlm	0,9998	0,0017

Fungsi aktivasi berguna menentukan nilai luaran suatu neuron. Analisis sensitivitas fungsi

aktivasi dilakukan untuk mendapatkan fungsi aktivasi yang tepat pada jaringan. Variasi fungsi aktivasi pada penelitian ini yaitu *tansig*, *logsig* cocok untuk *hidden layer* dikarenakan dapat mengolah data non-linear, sedangkan *purelin* untuk hanya mampu untuk data linear sehingga cocok digunakan pada *output layer*. Hasil terbaik seperti pada Tabel 4, tetap digunakan *tansig* baik untuk *hidden* maupun *output layer*.

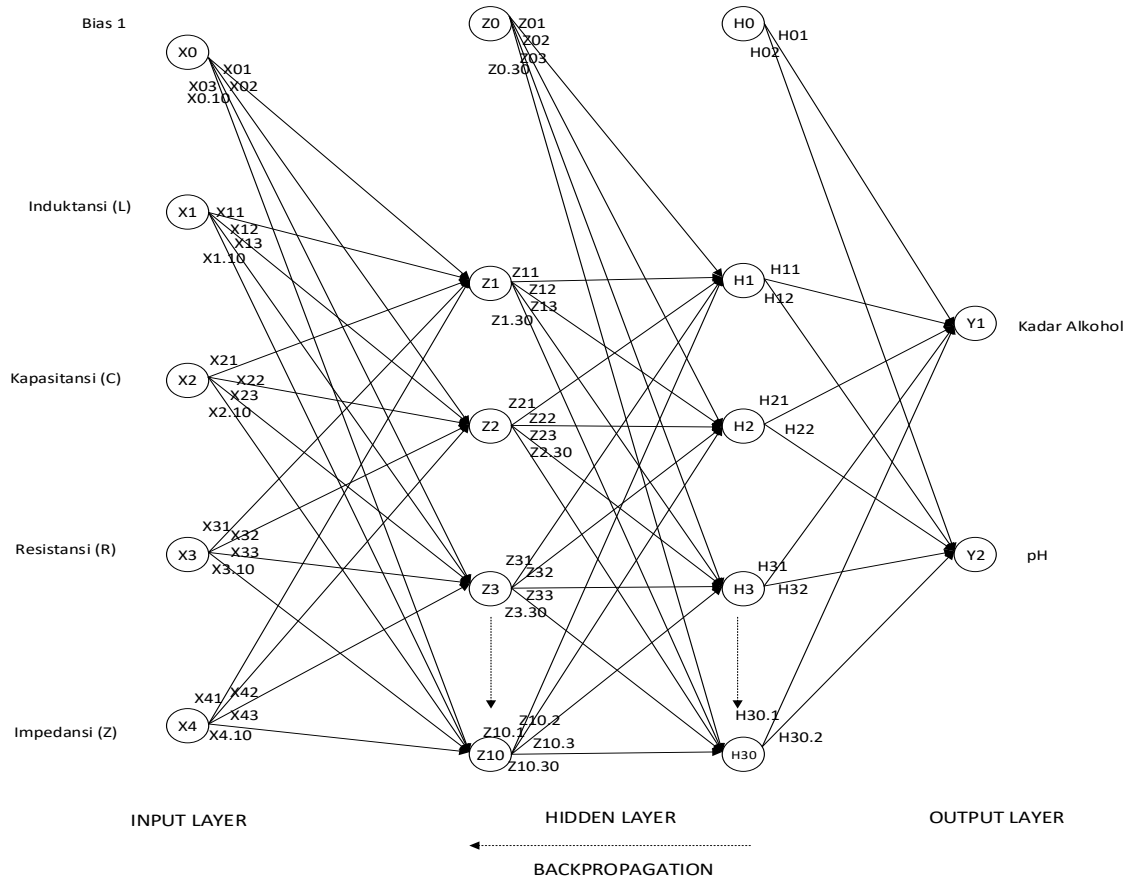
Tabel 4. Analisis Sensitivitas Fungsi Aktivasi

Hidden Layer	Output Layer	R Validasi	MSE Validasi
Logsig	Purelin	0,9998	0,0019
Logsig	Tansig	0,99979	0,0024
Logsig	Logsig	0,92465	0,4656
Tansig	Purelin	0,99976	0,0015
<b>Tansig</b>	<b>Tansig</b>	<b>0,99985</b>	<b>0,0011</b>
Tansig	Logsig	0,95196	0,4298

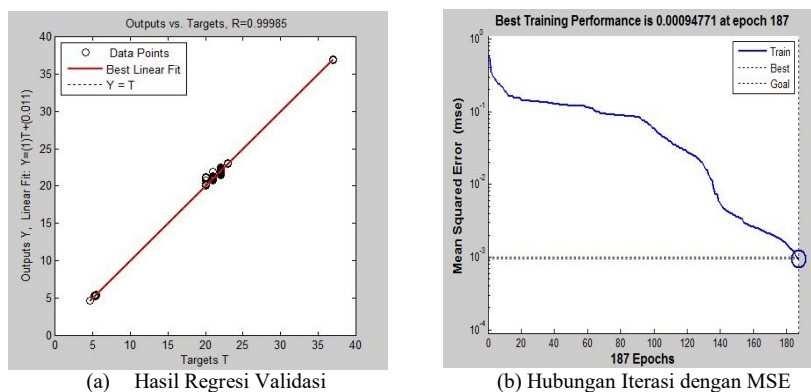
Tabel 5. Variasi Jumlah Node dan Hidden Layer

Topologi	R Validasi	MSE Validasi
4-2-2	0,9876	0,0831
4-5-2	0,9986	0,008
4-10-2	0,98409	0,1004
4-20-2	0,98424	0,0999
4-30-2	0,98408	0,1005
4-2-2-2	0,99146	0,0587
4-2-5-2	0,98701	0,0838
4-2-10-2	0,99861	0,016
4-2-20-2	0,99597	0,0244
4-2-30-2	0,99941	0,003
4-5-2-2	0,9966	0,026
4-5-5-2	0,99938	0,0029
4-5-10-2	0,99964	0,0018
4-5-20-2	0,99978	0,0014
4-5-30-2	0,99979	0,0023
4-10-2-2	0,98801	0,0814
4-10-5-2	0,99971	0,0058
4-10-10-2	0,99981	0,0013
4-10-20-2	0,99954	0,0019
<b>4-10-30-2</b>	<b>0,99985</b>	<b>0,0011</b>
4-20-2-2	0,99804	0,0161
4-20-5-2	0,99966	0,0067
4-20-10-2	0,99971	0,0022
4-20-20-2	0,99984	0,0013
4-20-30-2	0,99959	0,0027
4-30-2-2	0,98994	0,0663
4-30-5-2	0,99952	0,0025
4-30-10-2	0,99961	0,0052
4-30-20-2	0,99981	0,0014
4-30-30-2	0,99973	0,004

*Trainbr* terpilih sebagai fungsi pembelajaran serta *tansig* sebagai fungsi aktivasi untuk *hidden* dan *output layer*, karena memberi nilai R validasi tertinggi dan MSE validasi terendah. *Trial error* variasi jumlah *node* dan *hidden layer* pada Tabel 5. Hasil topologi terbaik yaitu 4-10-30-2 (4 neuron input, 10 neuron pada *hidden layer* 1, 30 neuron pada *hidden layer* 2, dan 2 neuron *output* (Gambar 4) dengan R 0,99985 dan MSE validasi 0,0011 (Gambar 5). Topologi JST menggunakan 2 *hidden layer* lebih akurat dari 1 *hidden layer* untuk memprediksi kadar alkohol dan pH minuman kopi.



Gambar 4. Topologi JST terpilih



Gambar 5. (a) Hasil Regresi Validasi dan (b) Hubungan Iterasi dengan MSE

Hasil menunjukkan 2 *hidden layer* lebih baik dalam memprediksi *output* daripada hanya menggunakan 1 *hidden layer*, dikarenakan kemampuan dalam menyelesaikan persamaan non-linier lebih baik akan tetapi rawan terjadi *overfitting*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Karsoliya (2012) bahwa JST dengan 2 *hidden layer* dapat menyelesaikan persamaan non-linier. Peningkatan *hidden layer* dapat menghambat laju konvergensi. Laju konvergensi topologi JST terbaik diatur maksimal 5000 iterasi, namun berhenti pada iterasi 187, dikarenakan telah mencapai target error.

Model terbaik hubungan iterasi dengan MSE belum konvergen (Gambar 5) pada momentum 0,9 dan *learning rate* 0,1. Hal ini menunjukkan

kompleksitas *dataset* sehingga konvergensi lambat, meski target tercapai. Salah satu faktor yang memengaruhi kecepatan dan ketepatan konvergensi yaitu penentuan momentum dan *learning rate*. Kedua parameter tersebut mempengaruhi ketelitian jaringan dan kecepatan jaringan dalam penentuan perubahan bobot dan bias ketika proses *training* (Hendrawan et.al., 2019). Perubahan bobot dan bias jaringan berlangsung ketika *training* sehingga didapatkan target luaran yang sesuai, dan setiap ketidaksesuaian *output* jaringan dihitung sebagai *error* yang tergambar pada kurva MSE.

### 3.5 Potensi Pengukuran Sifat Biolistrik dan JST untuk Deteksi Alkohol Minuman Kopi

Pangan memiliki sifat biolistrik dan polarisasi non ideal ditentukan oleh fenomena disipasi, adsorpsi energy, dan kerusakan yang memengaruhi konstanta dielektrik (Venkatesh dan Raghavan, 2005). Hasil riset pendugaan kadar alkohol berbasis sifat biolistrik dan JST mempercepat prediksi kadar alkohol dalam minuman kopi. Prediksi nilai pH pada model JST digunakan sebagai salah satu data dukung adanya perubahan keasaman ketika penambahan alkohol pada minuman. Model JST terbaik adalah 4-10-30-2 dengan estimasi error 0,0011 memberi peluang untuk mengembangkan teknik deteksi cepat dan sederhana kadar alkohol pada minuman kopi, sehingga dapat dibentuk suatu sistem autentifikasi kehalalan minuman yang lebih baik. Pengukuran biolistrik relatif murah, lebih cepat, dan bersifat non-destruktif sehingga teknik spektroskopi dielektrik lebih ekonomis dibanding metode lain.

### 4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi penambahan *whiskey* pada minuman kopi maka nilai sifat biolistrik yaitu induktansi, kapasitansi, resistansi, dan impedansi semakin rendah. Hasil pemodelan JST terbaik menggunakan proporsi data pelatihan dan data validasi 60%:40%. Fungsi pembelajaran terbaik menggunakan *trainbr*, sedang fungsi aktivasi terbaik untuk *hidden layer* dan *output layer* adalah *tansig*. Topologi JST terbaik untuk mendeteksi kadar alkohol dalam minuman kopi ditambah *whiskey* yaitu 4-10-30-2 dengan nilai MSE pelatihan 0,000948 dan validasi 0,0011, serta koefisien korelasi pelatihan sebesar 0,99928 dan validasi 0,99985. Kombinasi sifat biolistrik dan model JST terbaik berpotensi untuk dikembangkan menjadi teknik prediksi kadar alkohol pada minuman kopi secara cepat, sederhana, dan murah.

### DAFTAR PUSTAKA

- ABIDIN, Z. Z., OMAR, F. N., YOGARAJAH, P., BIAK, D. R. A., & MAN, Y. B. C. 2014. Dielectric characterization of liquid containing low alcoholic content for potential halal authentication in the 0.5-50 GHz range. *Am. J. Appl. Sci.*, 11(7), 1104.
- BOYACI, I.H., GENIS, H.E., GUVEN, B., TAMER, U., ALPER, N., 2012. A novel method for quantification of ethanol and methanol in distilled alcoholic beverages using Raman spectroscopy. *J. Raman Spectrosc.* 43, 1171–1176. <http://dx.doi.org/10.1002/jrs.3159>.
- EL KHALED, D., NOVAS, N., GÁZQUEZ, J.A., GARCÍA, R.M. & MANZANO-AGUGLIARO, F., 2016. Alcohols and alcohols mixtures as liquid biofuels: A review of dielectric properties. *Renewable Sustainable Energy Rev.*, 66, pp.556-571. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.032>.
- GUIMARÃES, E., GONTIJO, L.C., MITSUTAKE, H., SANTANA, F.B., SANTOS, D.Q., BORGES NETO, W., 2014. Quantification of ethanol in biodiesels using mid-infrared spectroscopy and multivariate calibration. *Ind. Eng. Chem. Res.* 53, 13575–13580. <http://dx.doi.org/10.1021/ie502067h>.
- HENDRAWAN, Y., WIDYANINGTYAS, S., SUCIPTO, S. 2019. Computer vision for purity, phenol, and pH detection of Luwak Coffee green bean. *Telkomnika*, 17(6), 3073-3085.
- JOHNS, P. 2014. *Clinical Neuroscience*. Elsevier, London.
- JUANSAH, J., I. W. BUDIASTRA, K. DAHLAN., K. BOROSEMINAR. 2012. Electrical Behavior of Garut Citrus Fruits during Ripening Changes in Resistance and Capacitance Models of Internal Fruits. *Int. J. Eng. Technol. (IJET-IJENS)*, 12(04): 1-8.
- KARSOLIYA S. 2012. Approximating Number of Hidden Layer Neuron in Multiple Hidden Layer BPNN Architecture. *Int. J. Eng. Trends Technol.* 3(6): 714-717.
- KATARIA, T. K., SOSA-MORALES, M. E., OLVERA-CERVANTES, J. L., CORONA-CHAVEZ, A. 2017. Dielectric properties of tequila in the microwave frequency range (0.5–20 GHz) using coaxial probe. *Int. J. Food Prop.*, 20(sup1), S377-S384.
- LACHENMEIER, D.W., GODELMANN, R., STEINER, M., ANSAY, B., WEIGEL, J., KRIEG, G., 2010. Rapid and mobile determination of alcoholic strength in wine, beer and spirits using a flow-through infrared sensor. *Chem. Cent. J.* 4, 5–15. <http://dx.doi.org/10.1186/1752-153x-4-5>.
- LAPUERTA, M., RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, J., PATIÑO-CAMINO, R., COVA-BONILLO, A., MONEDERO, E. & MEZIANI, Y.M., 2020. Determination of optical and dielectric properties of blends of alcohol with diesel and biodiesel fuels from terahertz spectroscopy. *Fuel*, 274, p.117877.
- LI, X., FENG C., DONGMEI C., MINFANG T. 2015. Predicting Menopausal Symptoms with Artificial Neural Network. *Expert Syst. Appl.*, 42: 8698-8706.
- NELSON, S. O., & TRABELSI, S. 2012. Factors Influencing the Dielectric Properties of Agricultural and Food Products. *J. Microwave Power Electromagn. Energ.*, 46(2): 93-107.
- ORTON, D.J., BOYD, J.M., AF, D., DUCE, D., WALSH, W., SEIDEN-LONG, I., 2016.

- One-step extraction and quantitation of toxic alcohols and ethylene glycol in plasma by capillary gas chromatography (GC) with flame ionization detection (FID). Clin. Biochem. 49, 132–138. <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2015.09.007>.
- ROSITA, F. N., WIDODO, C. S., SUCIPTO, S. 2014. Kajian Pengaruh Campuran Lemak Babi Terhadap Konstanta Dielektrik Lemak Ayam Menggunakan Metode Dielektrik. Brawijaya Phys. Stud. J. 2(1): 1-4.
- SARKAR, S., SAHA, D., BANERJEE, S., MUKHERJEE, A. & MANDAL, P., 2017. Broadband terahertz dielectric spectroscopy of alcohols. Chem. Phys. Lett., 678, pp.65-71. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cplett.2017.04.026>
- SERWAY, R. A., JOHN W & JEWETT. JR. 2010. Fisika Untuk Sains dan Teknik. Salemba Teknika. Jakarta.
- SHARMA, K., SHARMA, S.P., LAHIRI, S.C., 2009. Novel method for identification and quantification of methanol and ethanol in alcoholic beverages by gas chromatography-fourier transform infrared spectroscopy and horizontal attenuated total reflectance-fourier transform infrared spectroscopy. J. AOAC Int. 92, 518–526.
- SUCIPTO S, ANNA M, ARWANI M, HENDRAWAN, Y. 2019. A rapid classification of wheat flour protein content using artificial neural network model based on bioelectrical properties. Telkomnika. 17(2): 920-927
- SUCIPTO S, NIAMI MW, HENDRAWAN Y, AL-RIZA DF, YULIATUN S, SUPRIYANTO S, . 2018b. Prediction of water content, sucrose and invert sugar of sugarcane using bioelectrical properties and artificial neural network. Int. Food Res. J.. 25(6): 2674-2680
- SUCIPTO S, UTOMO RW, AL-RIZA DF, YULIATUN S, SUPRIYANTO S, SOMANTRI AS. 2018a. Pemodelan Pendugaan Rendemen Tebu Berbasis Sifat Biolistrik dan Atificial Neural Network. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK), 5(3): 315-324. DOI: 10.25126/jtik.201853635.
- SUCIPTO, DJATNA T, IRZAMAN, TUN TEDJA I., FAUZI A M. 2013. Application of Electrical Properties to Differentiate Lard from Tallow and Palm Oil. Media Peternakan, 36(1): 32-39.
- SUCIPTO, IRZAMAN, TUN TEDJA I., & FAUZI A. M. 2011. Potential of conductance measurement for lard detection. IJBAS-IJENS, 11: 26-30. [http://www.ijens.org/Vol\\_11\\_I\\_05/114805-9696-IJBAS-IJENS.pdf](http://www.ijens.org/Vol_11_I_05/114805-9696-IJBAS-IJENS.pdf).
- SUCIPTO, S., AL-RIZA, D.F., HASAN, M.L.A., YULIATUN, S., SUPRIYANTO, S. & SOMANTRI, A.S. 2016. Pengaruh Ukuran Sampel, Frekuensi, dan Suhu terhadap Sifat Biolistrik Tebu (*Saccharum officinarum L.*) untuk Prediksi Cepat Rendemen Tebu. Industria, 5(3) 140-148.
- VENKATESH, M. S., & RAGHAVAN, G. S. V. 2005. An overview of dielectric properties measuring techniques. Can. Agric. Eng., 47(7): 15-30.
- WEATHERLY, C. A., WOODS, R. M., ARMSTRONG, D. W., 2014. Rapid analysis of ethanol and water in commercial products using ionic liquid capillary gas chromatography with thermal conductivity detection and/or barrier discharge ionization detection. J. Agric. Food Chem. 62(8), 1832-1838.
- ZAILER, E., DIEHL, B.W.K., 2016. Alternative determination of blood alcohol concentration by <sup>1</sup>H NMR spectroscopy. J. Pharm. Biomed. Anal. 119, 59–64.
- ZHANG, C., LIN, N., CHAI, X., ZHONG-LI, BARNES, D.G., 2015. A rapid method for simultaneously determining ethanol and methanol content in wines by full evaporation headspace gas chromatography. Food Chem. 183, 169–172. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.03.048>.
- ZHANG, Z.H., LOCKWOOD, R., VEINOT, J.G.C., MELDRUM, A., 2013. Detection of ethanol and water vapor with silicon quantum dots coupled to an optical fiber. Sens. Actuators B. Chem. 181, 523–528. <http://dx.doi.org/10.1016/j.snb.2013.01.070>