UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Eksplorasi Profil Aroma Biji Kakao Kering pada Berbagai Lama Fermentasi Menggunakan Electronic Nose
dan Principal Component Analysis (PCA)**
Waffiq Abir Nazihah, Dr. Agung Putra Pamungkas, S.T.P., M.Agr,; Prof. Dr. Mohammad Affan Fajar Falah, S.T.P., M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Afoakwa, E. O., Kongor, J. E., Takrama, J. F., & Budu, A. S. (2013). Changes In Acidification, Sugars and Mineral Composition of Cocoa Pulp During Fermentation of Pulp Pre-conditioned Cocoa (Theobroma cacao) Beans. *International Food Research Journal*, *20(2)*, 1215–1222.

Akoa, S. P., Boulanger, R., Effa Onomo, P., Lebrun, M., Ondobo, M. L., Lahon, M. C., Ntyam Mendo, S. A., Niemenak, N., & Djocgoue, P. F. (2023). Sugar profile and volatile aroma composition in fermented dried beans and roasted nibs from six controlled pollinated Cameroonian fine-flavor cocoa (Theobroma cacao L.) hybrids. *Food Bioscience*, *53*. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102603

Albani, F. R., Wijaya, A. P., & Firdaus, H. S. (2023). Analisis Kapasitas terhadap Bencana Banjir di Kota Semarang Menggunakan Metode Principal Component Analysis (PCA). In *Jurnal Geodesi dan Geomatika* (Vol. 06, Number 02).

Ameliya, Piliang, Y. K. A., Hidayah, A., & Hasibuan, E. S. H. (2026). Penerapan Principal Component Analysis untuk Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan di Sumatera Utara. *Algoritma : Jurnal Matematika, Ilmu Pengetahuan Alam, Kebumian Dan Angkasa*, *4*(1), 01–19. https://doi.org/10.62383/algoritma.v4i1.890

Arzani, L. D. P., & Meikapasa, N. W. P. (2024). Characteristics Of Fermented And Non-Fermented Cocoa Beans. *FAGI: Food and Agro-Industry Journal*, *4*(2). https://doi.org/10.36761/fagi.v4i2.3693

Beckett, S. T. . (2009). *Industrial chocolate manufacture and use*. Wiley-Blackwell.

De Vuyst, L., & Leroy, F. (2020). Functional Role of Yeasts, Lactic Acid Bacteria and Acetic Acid Bacteria in Cocoa Fermentation Processes. In *FEMS Microbiology Reviews* (Vol. 44, Number 4, pp. 432–453). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/femsre/fuaa014

De Vuyst, L., & Weckx, S. (2016). The cocoa bean fermentation process: from ecosystem analysis to starter culture development. *Journal of Applied Microbiology*, *121*(1), 5–17. https://doi.org/10.1111/jam.13045

Enzellina, G., & Suhaedi, D. (2022). Penggunaan Metode Principal Component Analysis dalam Menentukan Faktor Dominan. *Jurnal Riset Matematika*, 101–110. https://doi.org/10.29313/jrm.v2i2.1192

Fahrurrozi, Lisdiyanti, P., Ratnakomala, S., Fauziyyah, S., & Sari, M. N. (2020). *Teknologi Fermentasi dan Pengolahan Biji Kakao* (I. P. Kinanti, Ed.; 1st ed.).

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Eksplorasi Profil Aroma Biji Kakao Kering pada Berbagai Lama Fermentasi Menggunakan Electronic Nose
dan Principal Component Analysis (PCA)**
Waffiq Abir Nazihah, Dr. Agung Putra Pamungkas, S.T.P., M.Agr,; Prof. Dr. Mohammad Affan Fajar Falah, S.T.P., M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Gu, X., Hof, P. R., Friston, K. J., & Fan, J. (2013). Anterior insular cortex and emotional awareness. *Journal of Comparative Neurology*, *521*(15), 3371–3388. https://doi.org/10.1002/cne.23368

Gusriani, I., & Koto, H. (2022). Mikroba yang Terlibat Selama Fermentasi Kakao Menggunakan Kotak Fermentasi Sederhana Microbes Involved During Cocoa Fermentation Using a Simple Fermentation Box. In *Seminar Nasional Pertanian Pesisir* (Vol. 1, Number 1).

Hasan, H., Ain Thomas, N., Hiola, F., Nuzul Ramadhani, F., & Ibrahim, A. S. (2022). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Kulit Batang Matoa (Pometia pinnata) Dengan Metode 1,1-Diphenyl-2 picrylhidrazyl (DPPH). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, *2*(1), 67–73. https://doi.org/10.37311/ijpe.v2i1.10995

Hasanati, Z., Meidelfi, D., Rekayasa, T., Lunak, P., Informasi, T., & Padang, P. N. (2020). Kajian Implementasi Jaringan Syaraf Tiruan Metode Backpropagation Untuk Deteksi Bau. In *JOURNAL OF APPLIED COMPUTER SCIENCE AND TECHNOLOGY (JACOST)* (Vol. 1, Number 2). http://journal.isas.or.id/index.php/JACOST

Hidayat, S. N., Julian, T., Dharmawan, A. B., Puspita, M., Chandra, L., Rohman, A., Julia, M., Rianjanu, A., Nurputra, D. K., Triyana, K., & Wasisto, H. S. (2022). Hybrid learning method based on feature clustering and scoring for enhanced COVID-19 breath analysis by an electronic nose. *Artificial Intelligence in Medicine*, *129*. https://doi.org/10.1016/j.artmed.2022.102323

Hotmian, E., Suoth, E., Fatimawali, & Tallei, T. (2021). GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) Analysis of Nut Grass Tuber (Cyperus rotundus L.) Methanolic Extract Analysis GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) Ekstrak Metanol dari Umbi Rumput Teki (Cyperus rotundus L.). *PHARMACON*, *10*(2).

Hulda, M., Fachruddin, F., & Munawar, A. A. (2019). Deteksi Bubuk Kopi Luwak Murni dan Bubuk Kopi Luwak Campuran Dengan Teknologi Hidung Elektronik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, *4*(3), 105–114. https://doi.org/10.17969/jimfp.v4i3.11507

Ifmalinda, I., Saputra, E., & Cherie, D. (2023). Pengaruh Suhu Pengeringan terhadap Mutu Kakao (Theobroma cacao L.) Varietas Klon BL 50 Pasca Fermentasi. *TEKNOTAN*, *17*(2), 105. https://doi.org/10.24198/jt.vol17n2.4

Jia, Y., Shen, Y., Sun, X., Shi, Z., Jiang, K., Wu, T., Liang, H., Cui, X., Lü, W., & Li, D. (2021). Improved performance of SiC radiation detector based on metal–insulator–semiconductor structures. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, *997*. https://doi.org/10.1016/j.nima.2021.165166

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Eksplorasi Profil Aroma Biji Kakao Kering pada Berbagai Lama Fermentasi Menggunakan Electronic Nose
dan Principal Component Analysis (PCA)**
Waffiq Abir Nazihah, Dr. Agung Putra Pamungkas, S.T.P., M.Agr,; Prof. Dr. Mohammad Affan Fajar Falah, S.T.P., M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Khoidir, S. I. (2023). Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensoris Biji Kakao Criollo, Forastero, dan Trinitario: Review. *Journal of Comprehensive Science*, *2*(3), 764–770.

Kusumaningrum, I., Wijaya, C. H., Kusnandar, F., Misnawi, & Sari, A. B. T. (2014). Profil Aroma dan Mutu Sensori Citarasa Pasta Kakao Unggulan dari Beberapa Daerah di Indonesia. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, *25*(1), 106–114. https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.106

Lintang, C. A., Widodo, T. W., & Lelono, D. (2016). Rancang Bangun Electronic Nose untuk Mendeteksi Tingkat Kebusukan Ikan Air Tawar. *IJEIS*, *6*(2), 129–140.

Meng, X. D., Han, Y. C., Ren, L., Zhang, L. X., Peng, C., Wang, X. Y., He, H. J., Hou, X. H., Bai, S. Y., Feng, S., & Li, T. S. (2024). A novel 4H–SiC thermal neutron detector based on a metal-oxide-semiconductor structure. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment*, *1068*. https://doi.org/10.1016/j.nima.2024.169683

Meryandini, A., Basri, A., & Sunarti, T. C. (2019). *Peningkatan Kualitas Biji Kakao (Theobroma cacao L) Melalui Fermentasi Menggunakan Lactobacillus sp. dan Pichia kudriavzevii The Improvement of Cacao Beans Quality through Fermentation by Using Lactobacillus sp. and Pichia kudriavzevii* (Vol. 6). http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JBBI

Midayanto, D. N., & Yuwono, S. S. (2014). *Penentuan Atribut Mutu Tekstur Tahu untuk Direkomendasikan sebagai Syarat Tambahan dalam Standar Nasional Indonesia* (Vol. 2).

Mukminin, B. A., Sifa, M. H. A. A., & Wulandari, S. P. (2024). Analisis Faktor yang Mempengaruhi Kemiskinan Provinsi Jawa Timur Tahun 2023 dengan Metode Principal Component Analysis. *Uranus : Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, Sains Dan Informatika*, *2*(4), 175–191. https://doi.org/10.61132/uranus.v2i4.494

Mulyana, D. I., & Rofik, M. A. (2022). *Implementasi Deteksi Real Time Klasifikasi Jenis Kendaraan Di Indonesia Menggunakan Metode YOLOV5*.

Murad, Sukmawaty, Ansar, Sabani, R., & Hidayat, S. (2022). *Sistem Pendeteksi Kerusakan Buah Mangga Menggunakan Sensor Gas Dengan Metode DCS-LCA (Mango Damage Detection System Using Gas Sensor With DCS-LCA Method)*.

Nafi, A., Retno Ambarsari, M., Belgis, M., Studi Teknologi Hasil Pertanian, P., Teknologi Pertanian, F., & Jember, U. (2024). DETEKSI AROMA DAGING SAPI DAN DAGING BABI MENGGUNAKAN ELECTRONIC NOSE BERBASIS SENSOR MQ3 DAN MQ5 AROMA DETECTION OF

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Eksplorasi Profil Aroma Biji Kakao Kering pada Berbagai Lama Fermentasi Menggunakan Electronic Nose
dan Principal Component Analysis (PCA)**
Waffiq Abir Nazihah, Dr. Agung Putra Pamungkas, S.T.P., M.Agr,; Prof. Dr. Mohammad Affan Fajar Falah, S.T.P., M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

BEEF AND PORK USING ELECTRONIC NOSE BASED ON MQ3 AND MQ5 SENSORS. *Jurnal Penelitian Sains Dan Teknologi Indonesia*, *3*(1).

Nurdiansyah, Muliadi, Herteno, R., Kartini, D., Budiman, I., Komputer, I., & Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, F. (2024). *IMPLEMENTASI METODE PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS (PCA) DAN MODIFIED K-NEAREST NEIGHBOR PADA KLASIFIKASI CITRA DAUN TANAMAN HERBAL* (Vol. 7, Number 1).

Nurhayati, D., Mulia, Y. S., & Azhiima, A. F. (2022). PENGARUH INHIBITOR SISTEIN PADA FERMENTASI BIJI KAKAO TERHADAP KANDUNGAN POLIFENOL. *JURNAL RISET KESEHATAN POLTEKKES DEPKES BANDUNG*, *14*(1), 191–196. https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v14i1.2021

Octaviany, T., Antora, S., Asnah, Y., & Nursiti, A. (2024). Mengatasinya : Studi Kasus Indonesia Dengan Malaysia. In *Jurnal Ekonomi Dan Bisnis Digital* (Vol. 02, Number 01).

Oktavia, W., Abriana, A., & Fitriyah, A. T. (2023). Karakteristik Sensoris Cokelat Pasta Hasil Conching Dengan Metode Couverture Sensory Characteristics of Chocolate Paste Conching of Results by The Couverture Method. In *PALLANGGA JOURNAL OF AGRICULTURE SCIENCE AND RESEARCH* (Number 1). https://journal.unibos.ac.id/palngga

Oktoba, Z., Adjeng, A. N. T., Sangging, P. R. A., & Irawan, A. (2023). Pemberdayaan Kelompok Tani dalam Pemanfaatan Kulit Buah Kakao (Theobroma Cacao L.) sebagai Produk Suplemen Antioksidan. *Wikrama Parahita : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *7*(1), 83–90. https://doi.org/10.30656/jpmwp.v7i1.5480

Rahim, A., Siswo Hutomo, G., & Farid, dan. (2020). Diversifikasi Produk Olahan Kakao Melalui Program Pengembangan Desa Mitra di Kecamatan Ampibabo Kabupater Parigi Moutong. *Abditani: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *3*(2), 57–62.

Rahman, I. N., Lelono, D., & Triyana, K. (2018). Klasifikasi Kakao Berbasis e-nose dengan Metode Neuro Fuzzy. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, *8*(1), 49. https://doi.org/10.22146/ijeis.25512

Rahman, K. S., Salehin, M. M., Roy, R., Swarna, J. B., Rakib, M. R. I., Saha, C. K., & Rahman, A. (2024). Prediction of mango quality during ripening stage using MQ-based electronic nose and multiple linear regression. *Smart Agricultural Technology*, *9*. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100558

Sari, R. P., Sari, F. Y., Hayati, M., & Hudori, M. (2026). Analisis Tingkat Kesejahteraan Penduduk di Provinsi Lampung menggunakan Principal Component Analysis dan Analisis Faktor. *Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, *18*(1), 1–14. https://doi.org/10.30599/b9vrd980

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Eksplorasi Profil Aroma Biji Kakao Kering pada Berbagai Lama Fermentasi Menggunakan Electronic Nose
dan Principal Component Analysis (PCA)
Waffiq Abir Nazihah, Dr. Agung Putra Pamungkas, S.T.P., M.Agr,; Prof. Dr. Mohammad Affan Fajar Falah, S.T.P., M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Setiarini, A. M., & Sumanto, B. (2024). Komparasi Metode Manipulasi Baseline untuk Uji Diskriminasi Keberadaan Residu Pestisida pada Sayuran Sawi Hijau Berbasis Electronic Nose. *Jurnal Listrik, Instrumentasi, Dan Elektronika Terapan*, *5*(1).

Siswanto, Y., Herlina, M. P., & Simangunsong, F. (2023). *Pembibitan Tanaman Coklat (Theobroma cacao L.) Secara Organik*.

Sulistiarini, E. B. S., Cahyo Utomo, & Bambang Suhardi. (2023). Deteksi cepat dan murah untuk keluhan pekerja angkut cat PT XYZ guna menghindari cedera lanjut. *JENIUS : Jurnal Terapan Teknik Industri*, *4*(2), 262–270. https://doi.org/10.37373/jenius.v4i2.622

Sumarwan, A. (2022). *Master of Management (MM)*.

Suwondo, E., Yuliando, H., Dewi Nugrahini, A., Triyana, K., Nur, L., & Kusuma Aji, G. (2023). *Rapid test analysis of cocoa butter's Free Fatty Acid (FFA) levels using supervised machine learning based on gas detection by electronic nose*. https://ssrn.com/abstract=4459111

Tan, J., Balasubramanian, B., Sukha, D., Ramkissoon, S., & Umaharan, P. (2019). Sensing fermentation degree of cocoa (Theobroma cacao L.) beans by machine learning classification models based electronic nose system. *Journal of Food Process Engineering*, *42*(6). https://doi.org/10.1111/jfpe.13175

Tan, J., & Kerr, W. L. (2018). Determining degree of roasting in cocoa beans by artificial neural network (ANN)-based electronic nose system and gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *98*(10), 3851–3859. https://doi.org/10.1002/jsfa.8901

Tan, J., & Xu, J. (2020). Applications of electronic nose (e-nose) and electronic tongue (e-tongue) in food quality-related properties determination: A review. In *Artificial Intelligence in Agriculture* (Vol. 4, pp. 104–115). KeAi Communications Co. https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.06.003

Telaumbanua, M., Novita, D. D., Triyono, S., & Saragih, C. (2021). TIPE CHAMBER DAN POSISI SENSOR E-NOSE UNTUK MENDETEKSI AROMA BIJI KOPI ROBUSTA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, *9*(1), 84–95. https://doi.org/10.29303/jrpb.v9i1.237

Tyagi, P., Semwal, R., Sharma, A., Tiwary, U. S., & Varadwaj, P. (2023). E-nose: a low-cost fruit ripeness monitoring system. *Journal of Agricultural Engineering*, *54*(1). https://doi.org/10.4081/jae.2022.1389

Yumas, M. (2021). *Fermentasi Singkat Biji Kakao Menggunakan Kultur Campuran Jenis Bionka*.

Zhang, Z., Zheng, Z., He, X., Liu, K., Debliquy, M., Zhou, Y., & Zhang, C. (2024). Electronic nose based on metal oxide semiconductor sensors for

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Eksplorasi Profil Aroma Biji Kakao Kering pada Berbagai Lama Fermentasi Menggunakan Electronic Nose
dan Principal Component Analysis (PCA)**
Waffiq Abir Nazihah, Dr. Agung Putra Pamungkas, S.T.P., M.Agr,; Prof. Dr. Mohammad Affan Fajar Falah, S.T.P., M.
Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

medical diagnosis. *Progress in Natural Science: Materials International*, *34*(1), 74–88. https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2024.01.018