

Model Dataset Bahan Baku Sampah Organik Berbasis Citra Digital dengan Machine Learning

Norbertus Tri Suswanto Saptadi*¹, Phie Chyan², Sean Coonery Sumarta³, Calvin Cakra⁴
^{1,2,3,4}Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Atma Jaya Makassar;
Jalan Tanjung Alang Nomor 23 Makassar, telp/fax0411 871038
e-mail: ¹ntsaptadi@gmail.com, ²phiechyan@gmail.com, ³sean@gmail.com, ⁴kalvin@gmail.com

ABSTRAK

Kota Makassar memiliki sampah organik yang dapat diolah dan menghasilkan potensi energi yang bersumber dari bahan baku tempurung kelapa. Pemanfaatan sampah organik menjadi bahan baku tempurung kelapa dapat menghasilkan produk briket biomassa. Kualitas bahan baku ditentukan dari sumber asal tempurung kelapa yang berada di sekitar lingkungan masyarakat. Tujuan penelitian adalah merancang model dataset berbasis citra digital dalam upaya mengetahui kualitas tempurung kelapa sebagai bahan baku sampah organik. Penelitian menggunakan metode deep learning sebagai bagian dari machine learning yang dapat mengevaluasi permasalahan deteksi objek dalam klasifikasi citra digital. Hasil penggunaan arsitektur CNN telah menghasilkan perancangan dan pemodelan data dengan nilai akurasi model sebesar 85%.

Kata Kunci: tempurung kelapa, kualitas, citra digital, dan machine learning.

ABSTRACT

Makassar City has organic waste that can be processed and produces potential energy sourced from coconut shell raw materials. Utilization of organic waste as raw material for coconut shells can produce biomass briquettes. The quality of raw materials is determined from the source of origin of coconut shells in the surrounding community. The research objective was to design a digital image-based dataset model in an effort to determine the quality of coconut shell as raw material for organic waste. This research uses deep learning methods as part of machine learning which can evaluate object detection problems in digital image classification. The results of using the CNN architecture have resulted in data design and modeling with a model accuracy value of 85%.

Keywords: coconut shell, quality, digital imagery, and machine learning

1. PENDAHULUAN

Tanaman kelapa (*Cocosnuciferal*) merupakan tanaman yang sering dianggap sampah di lingkungan masyarakat, padahal seluruh bagian tanaman sebenarnya dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan manusia sehari-hari. Bagian yang dapat dimanfaatkan meliputi kayu kelapa, tempurung, ampas, sabut dan air kelapa. Kelapa tidak terbuang percuma dan dapat digunakan untuk membuat produk industri. Banyak faktor yang mempengaruhi limbah organik tempurung kelapa, seperti basah, kering, berserabut, dan bercak hitam pada tempurung kelapa.

Sampah atau limbah saat ini masih menjadi suatu permasalahan yang cukup besar yang di hadapi dunia, termasuk Indonesia salah satunya[1]. Masyarakat dalam kehidupan sehari-hari akan tidak pernah lepas dari yang namanya sampah atau limbah salah satunya tempurung kelapa. Kelapa adalah tanaman tinggi dengan batang yang lurus dan buah yang besar. Indonesia

merupakan salah satu negara penghasil kelapa terbesar di dunia, dan tumbuh terus-menerus di Pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Irian Jaya sehingga dibutuhkan pengelolaan sampah secara efektif dalam menciptakan lingkungan yang bersih, sehat, dan indah menuju green environment dalam smart city. Salah satu cara atau langkah awal yang dapat dilakukan adalah dengan mengelola sampah organik yang benar dan tepat guna menciptakan potensi energi yang dibutuhkan bagi kehidupan sehari-hari masyarakat, dan juga mengurangi penghasilan sampah Indonesia.

Selain dibutuhkan pengelolaan sampah secara efektif pada penelitian ini membutuhkan kuantitas dan ketersediaan data untuk melatih model machine learning, memiliki informasi yang akurat, tepat dan berguna sama pentingnya. Kualitas data adalah parameter langsung yang menentukan efektivitas solusi machine learning apa pun. Data yang dikumpulkan atau diekstraksi secara tidak benar membuat AI obrolan tidak efektif karena dapat mengalahkan tujuan dukungan pelanggan yang cepat, efisien, dan otomatis. Oleh karena itu, solusi apa pun yang dibuat melalui pembelajaran mesin harus menggunakan kumpulan data yang tervalidasi dan akurat agar bermanfaat dan dapat diimprovisasi dari waktu ke waktu. Dataset yang berkualitas harus baik karena dari dataset yang berkualitas banyak manfaat yang menghasilkan keuntungan pada kinerja seperti, dataset yang berkualitas yang baik memungkinkan Conversational AI memenuhi permintaan, aman dari janji palsu, Model machine learning dapat berkembang dari waktu ke waktu, dan dataset yang berkualitas tinggi akan memberikan hasil yang di harapkan.

Sampah yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan dan membuat air menjadi kotor sehingga mengganggu kesehatan di sekitar pemukiman masyarakat. Sampah rumah tangga telah mendominasi produksi sampah di kota Makassar dengan rata-rata mencapai 900 ton per hari yang dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Antang Makassar. Intensitas konsumsi masyarakat saat pandemi baik sebelum dan saat penerapan PSBB diakui tidak ada penurunan signifikan terhadap produksi sampah di Makassar yang berada pada kisaran 850-950 ton, hal ini dikemukakan Kadis Lingkungan Hidup Kota Makassar pada September 2020 di mana sampah organik hendaknya dapat lebih dimanfaatkan, dengan harapan agar sampah tidak hanya berakhir di TPA tetapi dapat diolah menjadi sesuatu yang berguna dan bernilai ekonomis. (Mappong, 2020).

Limbah tempurung kelapa banyak ditemukan di desa-desa karena desa ini digunakan sebagai tempat penyimpanan limbah kelapa dan dikirim ke kota-kota untuk impor dan ekspor tempurung kelapa atau briket. Umumnya tempurung kelapa digunakan di rumah tangga dengan menggunakan kayu bakar dan untuk penyimpanan air digunakan untuk meningkatkan efisiensi tanah.

Rumusan masalah adalah Bagaimana algoritma machine learning mengetahui kualitas sumber sampah organik dengan beragam jenis tempurung kelapa. Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian adalah memperoleh dataset yang baik pada limbah organik tempurung kelapa serta memberikan pemahaman terkait faktor-faktor yang mempengaruhi pembentukan kualitas citra digital. Manfaat yang diperoleh dari penelitian, yaitu: 1) Dataset yang berkualitas dapat mendukung proses optimisasi deteksi objek, 2) Mengklasifikasikan jenis sampah organik secara akurat, 3) Mengurai limbah dengan pengelolaan sampah yang menghasilkan potensi energi, serta 4) menciptakan lingkungan yang bersih di kehidupan masyarakat. Urgensi penelitian ini dilakukan karena pendekatan machine learning dalam deteksi objek dapat menghasilkan dataset tempurung kelapa yang berkualitas sebagai bahan baku pembuatan briket biomassa.

Sampah organik adalah sampah yang dapat lapuk (terurai) dan terurai menjadi bahan yang lebih kecil dan tidak berbau (kompos) [2]. Sampah organik biasanya berasal dari makhluk

hidup, baik manusia, hewan maupun tumbuhan, sampah organik sendiri terbagi menjadi dua bagian, yaitu: sampah organik basah, dimana kadar airnya cukup tinggi, dan sampah organik kering, biasanya sampah-sampah tersebut terbuat dari bahan dengan kadar air rendah. Sampah organik memiliki banyak keunggulan, salah satunya adalah pupuk tanah dan pupuk organik briket.

Produksi sampah meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk, pola konsumsi, dan gaya hidup masyarakat. Permasalahan yang teridentifikasi meliputi meningkatkan jumlah timbulan sampah, jenis, dan beragam karakteristik sampah [3]. Jenis sampah yang ada di sekitar masyarakat cukup beraneka ragam. Ada yang berupa sampah rumah tangga, sampah industri, sampah pasar, sampah rumah sakit, sampah pertanian, sampah perkebunan, sampah peternakan, sampah institusi/kantor/sekolah, dan sebagainya. Menurut Kaheruddin (2011), berdasarkan sifat kimia unsur pembentuknya maka sampah padat dapat digolongkan menjadi 2 (dua), yaitu organik dan anorganik.

Biomasa merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan semua jenis material organik. Biomasa dapat digunakan sebagai bahan bakar dengan bahan baku tempurung kelapa, serbuk kayu, bonggol jagung, sekam padi, rerantingan, jerami, maupun biji-bijian. Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena memiliki beberapa kelebihan yaitu dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui, dan mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya [4]. Briket merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari campuran biomassa, bahan bakar padat ini merupakan bahan bakar alternatif dan dapat dikembangkan secara massal dalam waktu yang relatif lebih singkat [5].

Daur ulang sampah organik diterapkan sebagai bahan baku pembuatan kompos yang dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif berupa bahan baku pembuatan briket [1]. Briket berbahan baku sampah organik memiliki beberapa keunggulan dibandingkan briket batubara seperti memiliki kemampuan penyebaran bara api yang baik, tak mudah padam, dan tidak perlu mengeluarkan tenaga ekstra untuk pengipasan. Kelebihan lainnya ialah volume asap yang dikeluarkan briket sampah organik lebih rendah dari yang dihasilkan kayu atau minyak tanah [6].

Penelitian terdahulu pernah dilakukan dengan judul Pengenalan Ekspresi Wajah menggunakan *Convolutional Neural Network* (CNN) oleh Joceline S. Wirtjes tahun 2019, Implementasi *Deep Learning* dengan Metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk Identifikasi Objek Berbasis Android oleh Indra Fransiskus Alam, Muhammad Ihsan Sarita, Adha Mashur Sajiah tahun 2019, dan Implementasi *Deep Learning* untuk *Image Classification* menggunakan Algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) pada Citra Kebun Dan Sawah oleh Meiga Isyatan Mardiyah tahun 2020.

Tempurung kelapa adalah bagian dari buah kelapa yang berupa endokrap yang bersifat keras dan diselimuti oleh sabut kelapa yang biasanya tempurung kelapa yang diubah menjadi briket. Tempurung kelapa secara umum digunakan sebagai bahan bakar sehari-hari [7]. Gambar atau citra adalah representasi objek dua dimensi di dunia visual yang mencakup beberapa disiplin ilmu yang berbeda seperti seni, penglihatan manusia, astronomi, teknologi, dll. pengolahan citra digital adalah teknik pengolahan citra yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra agar mudah diinterpretasikan oleh manusia atau komputer, yang dapat berupa foto atau gambar bergerak [8].

Kecerdasan buatan (AI) adalah salah satu cabang ilmu komputer yang melibatkan pengembangan program komputer untuk melakukan tugas-tugas yang seharusnya membutuhkan

kecerdasan manusia. Algoritma AI dapat menangani pembelajaran, persepsi, pemecahan masalah, pemahaman bahasa, dan/atau pemikiran logis [9]. Pengolahan citra merupakan salah satu cabang dari kecerdasan buatan yang menggunakan objek citra dalam bentuk digital untuk menyelesaikan kasus [10]. Metode gambar dapat digunakan baik dalam perhitungan matematis objek dalam piksel dan geometris. Setiap objek gambar memiliki nilai yang berbeda yang dapat dihitung secara matematis untuk menunjukkan sifat objek yang berbeda *Machine Learning* (ML) atau pembelajaran mesin merupakan pendekatan dalam Artificial Intelligence (AI) yang digunakan untuk menggantikan atau menirukan perilaku manusia dalam menyelesaikan masalah atau melakukan otomatisasi [11]. ML berupaya menirukan bagaimana proses manusia atau makhluk cerdas belajar dan menggeneralisasi. Terdapat dua aplikasi utama, yaitu: klasifikasi dan prediksi [12]. Ciri khas dari ML adalah adanya proses pelatihan, pembelajaran, atau training. Dibutuhkan data untuk dipelajari sebagai data *training*. Klasifikasi adalah metode dalam ML yang digunakan oleh mesin untuk memilah atau mengklasifikasi obyek berdasarkan ciri tertentu sebagaimana manusia berupaya membedakan benda satu dengan yang lain [13]. Sementara prediksi atau regresi digunakan oleh mesin untuk menerka keluaran dari suatu data masukan berdasarkan data yang sudah dipelajari dalam *training*[14].

Deep Learning (DL) merupakan cabang dari *machine learning* yang dapat mempelajari komputasinya sendiri dengan menggunakan otaknya sendiri [15]. DL dirancang untuk terus menganalisa data seperti pada otak manusia dalam mengambil keputusan dan mumpuni jika menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) yang terinspirasi dari jaringan biologis otak manusia [16]. DL semakin sering digunakan pada komunitas riset dan industri untuk membantu memecahkan banyak masalah data besar seperti *Computer Vision* (CV). DL digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam CV berupa pengklasifikasian citra [17].

Computer Vision (CV) adalah sebuah disiplin ilmu yang mempelajari bagaimana merekonstruksi, menginterpretasikan dan memahami sebuah tampilan 3 dimensi dari tampilan 2 dimensinya dalam hal sifat dari struktur tampilan tersebut [18]. CV berkaitan dengan pemodelan dan meniru penglihatan manusia dengan mengandalkan perangkat lunak maupun perangkat keras komputer [19]. *Object Detection* adalah klasifikasi dan lokalisasi untuk beberapa objek dalam satu gambar. Setelah terdeteksi, objek-objek yang menjadi perhatian akan kemudian ditelusuri [20].

Jenis *neural network* yang telah digunakan pada data image adalah CNN karena dalamnya tingkat jaringan sehingga CNN termasuk dalam jenis *Deep Neural Network* dan sering digunakan dalam data citra *digital*[21]. Dua metode yang dimiliki oleh CNN, yaitu klasifikasi menggunakan *feedforward* dan tahap pembelajaran menggunakan *backpropagation*. Terdapat kesamaan struktur yang dimiliki CNN dengan *artificial neural network*[22]. Penerapan CNN membutuhkan dataset (himpunan data) yang merupakan kumpulan objek dan atribut. Nama objek umum lainnya termasuk catatan, titik, vektor, pola, peristiwa, pengamatan, kasus, sampel, contoh, entitas. Objek digambarkan dengan beberapa atribut yang menggambarkan sifat atau karakteristik dari objek tersebut. Atribut juga sering disebut variabel, bidang, properti, atau dimensi. Atribut adalah properti/sifat/properti dari objek yang nilainya dapat berubah-ubah dari waktu ke waktu antar objek.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Pendekatan dan Jenis Penelitian

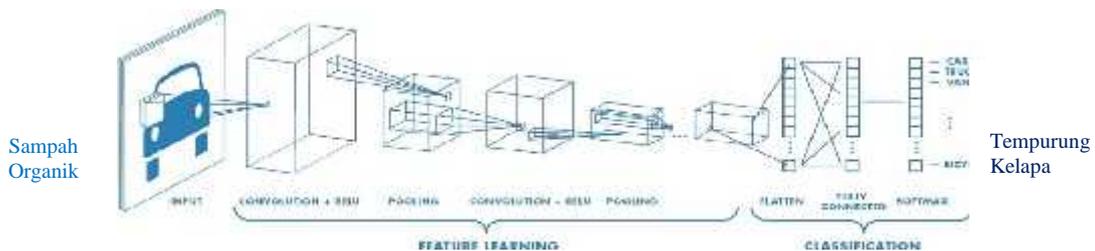
Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dan jenis penelitian berdasarkan studi eksperimen (hasil studi literatur), wawancara, pengamatan dalam mendeteksi objek beragam sumber sampah organik yang kemudian dianalisis secara citra digital untuk menentukan bahan baku briket biomassa. Data sekunder berasal dari DLH Kota Makassar serta pengamatan dan wawancara kepada warga masyarakat berkaitan dengan sumber limbah organik. Data primer bahan baku terdiri dari tempurung kelapa (tk).

2.2 Teknik Pengumpulan Data

Data sampah yang terkumpul dibuat dalam bentuk dataset citra digital terhadap tempurung kelapa yang merupakan jenis bahan baku sumber sampah organik.

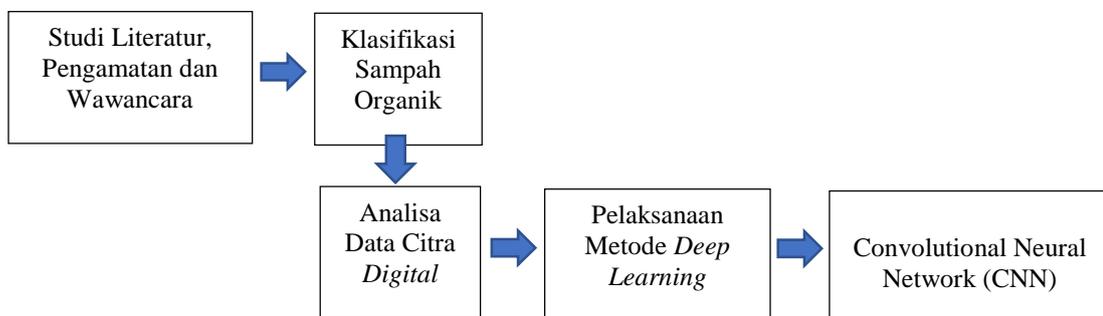
2.3 Mekanisme Penelitian

Mekanisme deteksi objek dan model berdasarkan pendekatan metode *Deep Learning* dengan melakukan klasifikasi yang terdiri dari *fully-connected* hingga *output*-nya dengan arsitektur *Convolutional Neural Network*.



Gambar 1 Arsitektur CNN

Tahapan penelitian meliputi studi literatur, pengamatan dan wawancara. Setelah memperoleh data dan informasi kemudian dilakukan tahap klasifikasi sampah organik untuk dilakukan analisis data citra digital. Pelaksanaan dan pengolahan menggunakan metode *deep learning* dengan pemodelan dataset dengan *Convolutional Neural Network* (CNN).



Gambar 2. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Studi Literatur, Pengamatan dan Wawancara

Dalam membuat program untuk mengklasifikasikan tempurung kelapa melalui citra dibutuhkan perangkat lunak pemrograman Python. Pembuatan model *machine learning* dengan menggunakan library, tensorflow, OpenCV, Numpy, Os, PIL, pathlib, matplotlib.pyplot, seaborn, sklearn.metrics, dan keras. Pendeteksian tempurung kelapa menggunakan Keras menggunakan tensorflow, keras, sklearn.metrics dan algoritma CNN

Pengamatan dan wawancara terhadap manajer dan pekerja dilakukan di PT City Mayapada Makassar dengan responden yang sudah berpengalaman dalam penanganan tempurung kelapa. Proses pemilihan yang dilakukan pada tempurung kelapa harus kering, yang sudah di bakar tidak boleh berabu, dan yang dibakar harus sempurna. Tempurung kelapa dapat diolah menjadi arang sebagai bahan bakar alternatif dan juga sebagai penyaring air. Jenis tempurung kelapa meliputi kelas basah, berserabut, hitam, dan kering.

basah	berserabut	hitam	kering
			
Hasil pembakaran awal terlalu cepat maka hasil kurang baik dan jika pembakaran lama maka hasil baik.	Hasil pembakaran awal kurang baik karena menghasilkan abu dari serabut kelapa.	Hasil pembakaran awal sangat baik karena semakin tua hasil makin bagus.	Hasil pembakaran baik karena kering dan relatif tua

Gambar 3. Hasil Analisis dan Wawancara Tempurung Kelapa

Hardware dan *web service (google colab)* digunakan untuk mendukung penelitian secara umum yang menggunakan perangkat dengan spesifikasi laptop intel i5-5200, GPU Nvidia Geforce 930M, dan RAM 8GB. Untuk memaksimalkan kinerja pengolahan *datatarining* dan *datatesting* dengan menggunakan spesifikasi 11th Gen Intel(R) Core (TM) i9-11900F @ 2.50GHz (16 CPUs), ~2.5GHz, NVIDIA GeForce RTX 3060, Ram 32 GB. Perangkat smartphone menggunakan spesifikasi Samsung J7+, memory 64 GB, dan ram 4 GB. Data yang digunakan berdasarkan kemampuan *hardware* yang memiliki ketentuan sebagai berikut:

1. Rasio diatur menjadi 1:1 karena mudah untuk menghitung besaran yang akan di-*setting* untuk program yang akan dibuat. Data yang diambil memiliki rasio aspek 16:9 dan ukuran 5202 x 3464, tetapi data diubah ukuran menjadi gambar 3456 x 3456 menggunakan Photoshop.
2. Latar belakang putih menggunakan *padding samedi* mana program menambahkan nilai 0 ke tepi gambar. Nilai RGB 0 berwarna putih. Tujuannya agar program yang dibuat dapat mengenali objek dan tidak menghitung latar belakang objek.

3. Menggunakan TensorFlow dalam kode diperlukan untuk menyelesaikan beberapa langkah dasar seperti menginstal TensorFlow, mengimpor pustaka, membuat model, melatih model, dan menggunakan model untuk prediksi.
4. Penggunaan Keras sebagai perpustakaan populer untuk membangun dan melatih jaringan saraf. Sejak versi 2.0, Keras merupakan bagian dari TensorFlow sebagai antarmuka tingkat tinggi ke TensorFlow.

3.2 Klasifikasi Sampah Organik

Jenis tempurung kelapa yang digunakan adalah tempurung kelapa yang tua (berwarna gelap dan tidak rusak). Ketentuan status kelapa yang akan di ambil berdasarkan jumlah kelas yang akan dibentuk yang terdiri dari:

- 1.10 tempurung kelapa bersih.
- 2.10 tempurung kelapa berserabut.
- 3.10 tempurung kelapa basah.
- 4.10 tempurung kelapa berserabut dan basah.

3.3 Analisa Data Citra Digital

1. Pengambilan Gambar

Pengambilan citra gambar untuk dataset dilakukan pada pagi-siang hari, karena pencahayaan pada siang hari lebih baik dibanding malam hari.

2. Hasil Gambar

Setelah melakukan pengambilan gambar pada objek tempurung kelapa yang dilakukan pada siang hari, maka hasil gambar yang dihasilkan dengan resolusi 1:1, dan 1080x1080(HD).

3. Jarak Pengambilan Gambar

Untuk pengambilan dataset pada objek tempurung kelapa, dan akan dilakukan jarak dari objek 0.5m, 1.0m, dan 1.5m.

4. Kemiringan Pengambilan Dataset

Untuk pengambilan dataset pada objek tempurung kelapa, dan akan dilakukan lurus searah dengan kamera dan diatas objek.

3.4 Pembuatan Dataset

1. Pembuatan Dataset

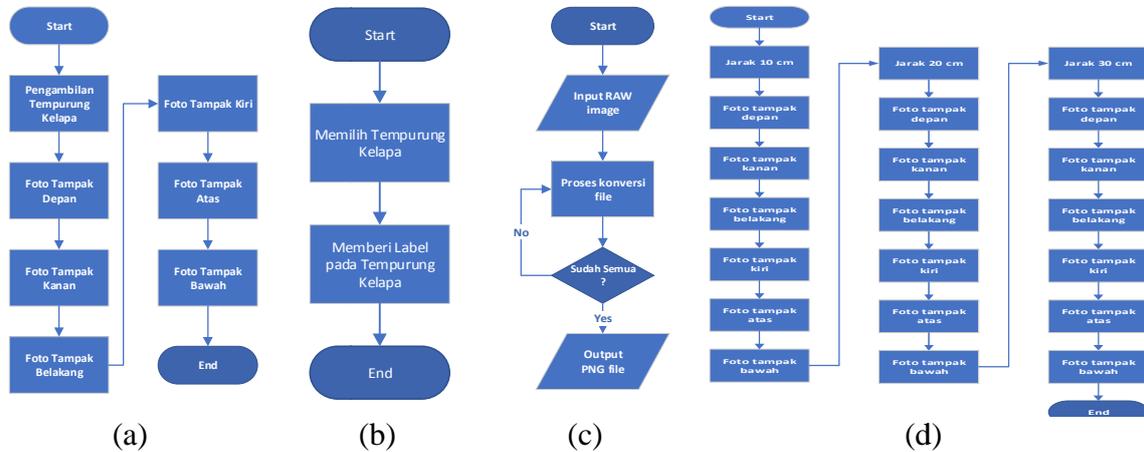
Pembuatan dataset dilakukan berdasarkan hasil studi literatur yang dimana peneliti membuat dataset berdasarkan jurnal yang didapatkan. Pembuatan dataset merupakan tahap awal pengolahan data yang sangat penting, karena kualitas, keakuratan dan keterwakilan bahan dapat sangat mempengaruhi hasil akhir analisis atau kajian.

2. Pelabelan Dataset

Pada pelebelan dataset dipilih berdasarkan tempurung kelapa dipilih secara acak, yang dimana tempurung kelapa baik dan buruknya ditentukan dari hasil wawancara yang telah dilakukan pada PT City Mayapada. Jadi berdasarkan hasil wawancara tempurung kelapa yang telah di pilih secara acak didapatkan hasil baik dan tidak baik. berdasarkan tempurung kelapa yang diambil secara acak, peneliti mengambil tempurung kelapa basah, berserabut, hitam, dan kering.

3. Convert Extention Dataset

Mengubah Extention dataset pada awalnya .CR2 (Raw File) menjadi .PNG menggunakan aplikasi photoshop agar file dataset dapat dibaca oleh algoritma yang digunakan.



Gambar 4. Perancangan Dataset: (a) Pembuatan Dataset, (b) Pelabelan dataset, (c) Convert Extention Dataset, (d) Pengambilan Dataset

3.5 Pemodelan Convolutional Neural Network (CNN)

1. Pengambilan Dataset

Pengambilan dataset dilakukan berdasarkan dataset yang telah diambil, kemudian sebagian dari dataset diambil oleh program untuk dijadikan sebagai data tes untuk melakukan pengujian. Berdasarkan hasil yang dimulai dari tahap requirement and analysis hingga desain, dan tahap berikutnya yaitu melakukan perancangan program terhadap sistem yang dibuat. Hasil dengan tampilan antar muka sederhana, dan sebuah aplikasi sederhana. Untuk pengambilan dataset peneliti mengambil 6 sisi. Setelah melakukan pengambilan dataset kemudian melakukan konversi format file dari .CR2 (RAW File) ke PNG (Portable Network Graphics) menggunakan photoshop.



Gambar 5. Dataset Tempurung Kelapa

2. Cropping Foto

Merupakan teknik manipulasi gambar yang paling penting dan berguna dalam banyak konteks. *Cropping* foto dilakukan menggunakan aplikasi *photoshop*. Aplikasi ini memudahkan untuk memotong gambar karena memiliki fitur *action* dimana fitur ini dapat merekam tindakan yang dilakukan oleh pengguna dan kemudian tindakan tersebut akan diberikan ke gambar selanjutnya. Penelitian menggunakan fungsi tersebut untuk memotong gambar dengan ukuran yang sama agar memperoleh data yang seragam dengan ukuran 3456x3456 pixel.

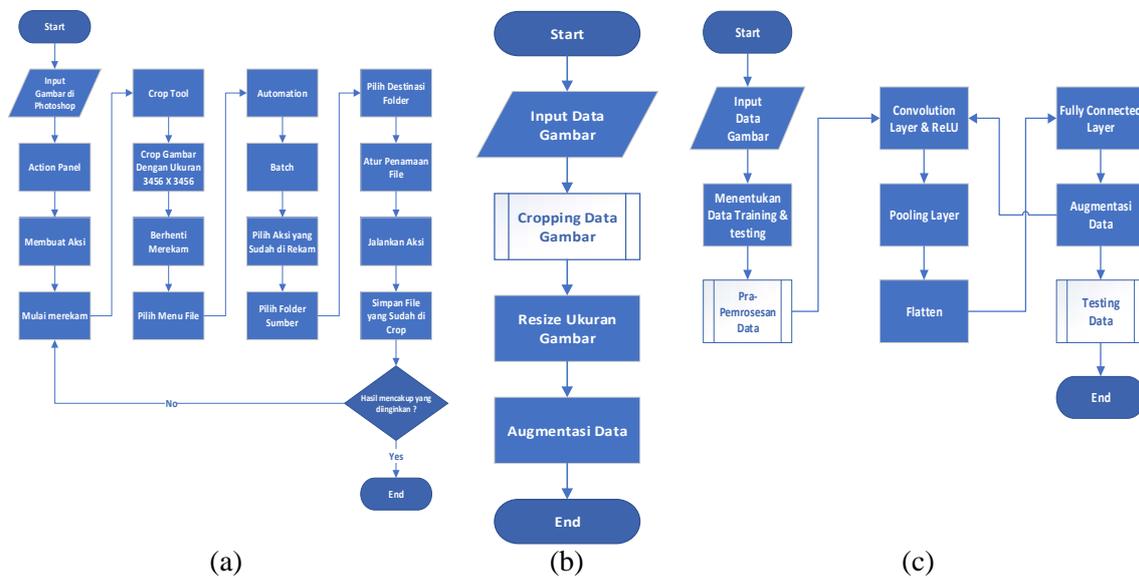
3. Pra-Pemrosesan Data

Pemrosesan data (*data processing*) mengacu pada langkah atau proses yang dilakukan terhadap data sebelum digunakan dalam analisis atau pemodelan. Pra-pemrosesan data merupakan langkah penting dalam analisis data dan pemodelan statistik/pembelajaran mesin karena dapat mempengaruhi hasil akhir dari proses tersebut. Tujuan utama pengolahan data adalah untuk membersihkan, mentransformasikan, dan mengatur data sesuai dengan kebutuhan analisis dan pemodelan yang akan dilakukan.

4. Training Data

Setelah ekstraksi sudah dilakukan maka langkah berikut melakukan training data untuk *dataset* yang sebelumnya sudah di ambil. Program yang digunakan dengan menerapkan proses pelatihan data menggunakan *custom convolutional neural network* (CNN) untuk mengklasifikasikan citra ke dalam empat kelas yaitu basah, berserabut, hitam dan kering. Proses dimulai dengan memuat data citra dari *folder* berdasarkan kelas kemudian dilakukan *preprocessing* dengan mengubah nilai piksel menjadi range [0, 1] dan membagi data tersebut menjadi data latih dan data validasi.

Model CNN kemudian diinisialisasi dengan definisi lapisan konvolusi, penjumlahan maksimum, penghapusan, datar, padat, dan keluaran. Opsi augmentasi data dapat digunakan untuk memperluas kumpulan data dengan melakukan operasi augmentasi seperti membalik, memutar, dan memperbesar sebelum memasukkan data ke dalam model. Model diproses menggunakan pengoptimal *rmsprop* dan fungsi kerugian *Sparse Categorical Crossentropy* untuk melakukan pelatihan selama beberapa zaman dengan tujuan mengoptimalkan parameter model untuk membuat prediksi yang akurat dari data baru. Keakuratan dan kerugian model dievaluasi menggunakan data validasi untuk memantau kinerja model dengan data yang sebelumnya tidak terlihat. Secara keseluruhan, pengkodean membentuk sistem yang dapat mengklasifikasikan gambar ke dalam empat kategori berbeda menggunakan pendekatan pembelajaran mesin CNN.



Gambar 6. Perancangan Dataset: (a) Cropping Foto, (b) Pra-Pemrosesan Data, (c) Training Data

5. Testing Data

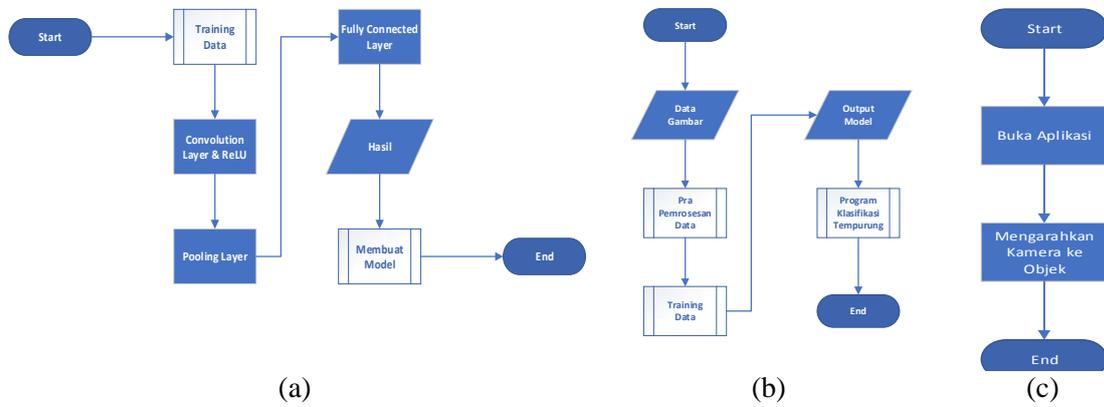
Hasil proses yang dihasilkan berdasarkan metrik yang dihitung dan divisualisasikan selama pelatihan. Dengan melihat plot akurasi dan *loss plot* dari data pelatihan dan data validasi, serta laporan klasifikasi dan *confusion matrix* yang dihasilkan. Plot akurasi dan *loss* akan menilai apakah *model overfitting* atau tidak. *Classification report* memberikan informasi rinci mengenai kinerja model untuk setiap kategori kelas (basah, berserabut, hitam, dan kering). *Confusion matrix* menunjukkan berapa banyak gambar yang diklasifikasikan dengan benar dan berapa banyak yang salah dalam diklasifikasikan.

6. Output Model

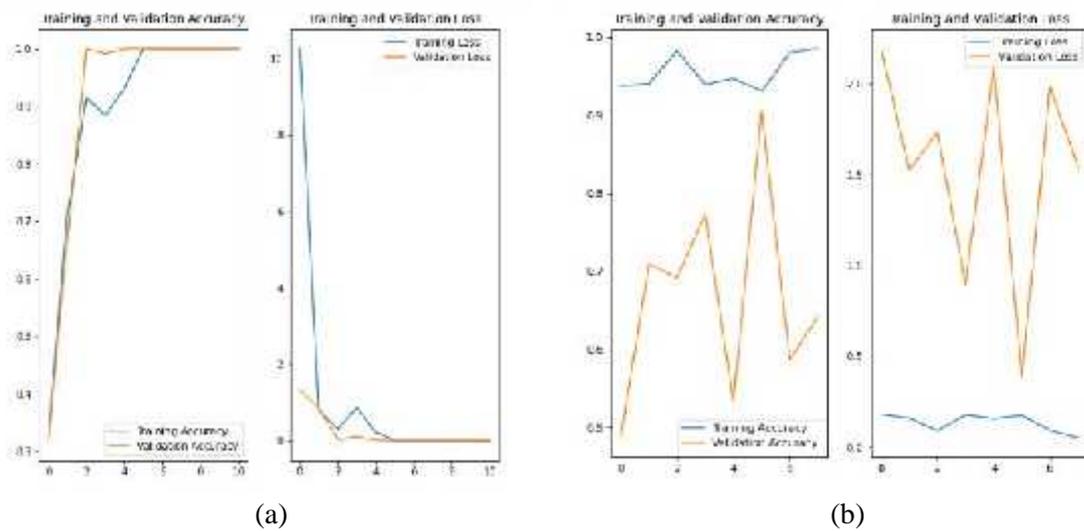
Setelah data dilatih, kemudian tahap penelitian mengubah model yang dilatih ke format h5 yang lebih ringan untuk melakukan pengujian objek.

7. Program Klasifikasi Tempurung Kelapa

Program aplikasi klasifikasi tempurung kelapa yang dibuat oleh peneliti melalui aplikasi mobile dengan menggunakan android studio dan mengekspor menjadi aplikasi mobile. Model yang dibuat akan membaca gambar yang diarahkan pada objek sehingga aplikasi klasifikasi tempurung kelapa dapat mengklasifikasikan berdasarkan kelas dan memberi output hasil klasifikasi pada aplikasi klasifikasi tempurung kelapa.

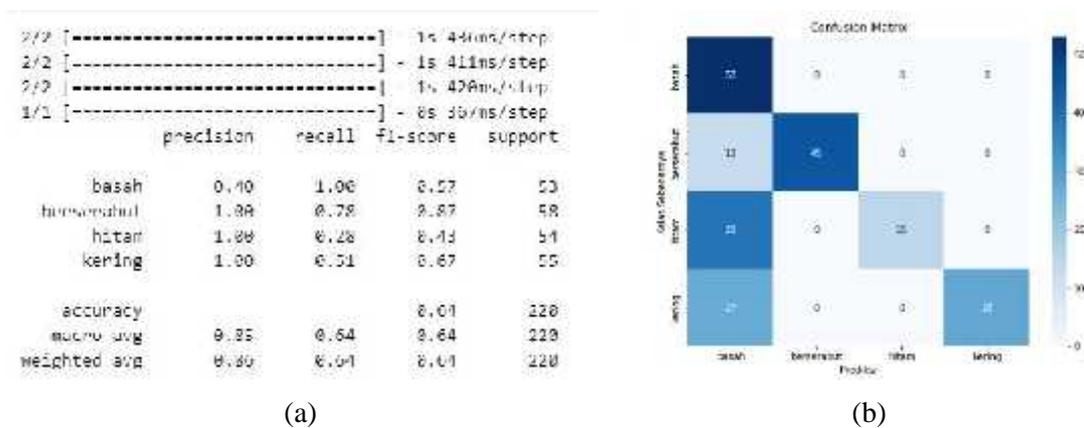


Gambar 7.(a) Testing Data, (b) Output Model, (c) Flowchart Program Tempurung Kelapa



Gambar 8.(a) Model I batch 64 epoch 11, (b) Model II batch 64 epoch 8

Terdapat 2 model yang dihasilkan untuk nilai akurasi. Model I dengan batch 64 epoch 11 dan model II dengan batch 64 epoch 8.



Gambar 9. Model: (a) Hasil Nilai Akurasi, (b) Confusion Matrix

4. KESIMPULAN

Penelitian menghasilkan suatu kesimpulan bahwa penggunaan arsitektur R-CNN telah menghasilkan perancangan dan pemodelan data dengan nilai akurasi model sebesar 85%.

5. SARAN

Saran untuk penelitian lebih lanjut adalah menggunakan objek bahan baku seperti arang dan berbagai jenis sampah organik dengan menggunakan arsitektur CNN tertentu untuk meningkatkan nilai akurasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rifdah, N. Herawati, and F. Dubron, "Making Biobriquettes From Corn Cob Waste Boiled Corn Traders And Households As Renewable Energy Fuel With Carbonization Process," *J. Distilasi*, vol. 2, no. 2, p. 39, 2018, doi: 10.32502/jd.v2i2.1202.
- [2] B. Wiryono, M. Muliatiningsih, and E. S. Dewi, "Pengelolaan Sampah Organik Di Lingkungan Bebidas," *J. Agro Dedik. Masy.*, vol. 1, no. 1, pp. 15–21, 2020.
- [3] A. Kahfi, "Overview of Waste Management," *Jurisprud. Dep. Law, Fac. Sharia Law*, vol. 4, no. 1, p. 12, 2017, doi: 10.24252/jurisprudentie.v4i1.3661.
- [4] I. Qistina, D. Sukandar, and T. Trilaksono, "Quality Study of Biomass Briquettes from Rice Husk and Coconut Shell," *J. Kim. Val.*, vol. 2, no. 2, pp. 136–142, 2016, doi: 10.15408/jkv.v2i2.4054.
- [5] Suhartoyo and Sriyanto, "Effectiveness of Biomass Briquettes," *Pros. SNATIF*, vol. 56, no. 3, pp. 301–326, 2017, [Online]. Available: <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=1452-595X0903301G>

- [6] K. Briket, D. Sampah, and O. Di, "Characterization of Briquettes from Organic Waste at Unnes Campus," *Saintekno*, vol. 10, no. 1, pp. 23–29, 2012, doi: 10.15294/saintekno.v10i1.5541.
- [7] Y. Nustini and A. Allwar, "Pemanfaatan Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Arang Tempurung Kelapa dan Granular Karbon Aktif Guna Meningkatkan Kesejahteraan Desa Watuduwur, Bruno, Kabupaten Purworejo _ Nustini _ Asian Journal of Innovation and Ent.," *Asian J. Innopation Entrepreneursh.*, vol. 4, no. 3, pp. 217–226, 2019.
- [8] S. Ratna, "Pengolahan Citra Digital Dan Histogram Dengan Phytion Dan Text Editor Phycharm," *Technol. J. Ilm.*, vol. 11, no. 3, p. 181, 2020, doi: 10.31602/tji.v11i3.3294.
- [9] M. Ziyad, "Artificial Intelligence Definition, Ethics and Standards," *Artif. Intell. Defin. Ethics Stand.*, pp. 1–11, 2019.
- [10] I. H. Sarker, "Deep Learning: A Comprehensive Overview on Techniques, Taxonomy, Applications and Research Directions," *SN Comput. Sci.*, vol. 2, no. 6, pp. 1–20, 2021, doi: 10.1007/s42979-021-00815-1.
- [11] H. Kim, J. Kim, and H. Jung, "Convolutional neural network based image processing system," *J. Inf. Commun. Converg. Eng.*, vol. 16, no. 3, pp. 160–165, 2018, doi: 10.6109/jicce.2018.16.3.160.
- [12] P. Mayadewi and E. Rosely, "Prediksi Nilai Proyek Akhir Mahasiswa Menggunakan Algoritma Klasifikasi Data Mining," *Semin. Nas. Sist. Inf. Indones.*, no. November, pp. 329–334, 2015.
- [13] W. S. Eka Putra, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (CNN) pada Caltech 101," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 1, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i1.15696.
- [14] A. Zaenul amin, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Semarang, "The Effect of Variations in the Amount of Tapioca Starch Adhesive on the Characteristics of Coconut Shell Charcoal Briquettes," *Saintekno J. Sains dan Tekno.*, vol. 15, no. 2, pp. 111–118, 2017.
- [15] V. Venkatesh, N. Yallappa, S. U. Hegde, and S. R. Stalin, "Fine-Tuned MobileNet Classifier for Classification of Strawberry and Cherry Fruit Types," *J. Comput. Sci.*, vol. 17, no. 1, pp. 44–54, 2021, doi: 10.3844/jcsp.2021.44.54.
- [16] Y. Wang et al., "A CNN-Based Adaptive Surface Monitoring System for Fused Deposition Modeling," *IEEE/ASME Trans. Mechatronics*, vol. 25, no. 5, pp. 2287–2296, 2020, doi: 10.1109/TMECH.2020.2996223.
- [17] A. Peryanto, A. Yudhana, and R. Umar, "Image Classification Using Convolutional Neural Network and K Fold Cross Validation," *J. Appl. Informatics Comput.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–51, 2020, doi: 10.30871/jaic.v4i1.2017.
- [18] M. Kozłowski, P. Górecki, P. M., and Szczypi ski, "Varietal classification of barley by convolutional neural networks," *Biosyst. Eng.*, vol. 184, pp. 155–165, 2019, doi: 10.1016/j.biosystemseng.2019.06.012.
- [19] A. Y. Khaled, A. Kabutey, K. Ç. Selvi, . Mizera, P. Hrabe, and ..., "Application of computational intelligence in describing the drying kinetics of persimmon fruit

(Diospyros kaki) during vacuum and hot air drying process,” *Processes*, 2020, [Online]. Available: <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/5/544>

- [20] Y. Lecun, Y. Bengio, and G. Hinton, “Deep learning,” *Nature*, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, 2015, doi: 10.1038/nature14539.
- [21] A. Mustafid and S. 'Uyun, “Sistem Pengolahan Citra Digital untuk Menentukan Bobot Sapi Menggunakan Metode Titik Berat,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 5, no. 6, p. 677, 2018, doi: 10.25126/jtiik.201856841.
- [22] A. Peryanto, A. Yudhana, and R. Umar, “Rancang Bangun Klasifikasi Citra Dengan Teknologi Deep Learning Berbasis Metode Convolutional Neural Network,” *Format J. Ilm. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 2, p. 138, 2020, doi: 10.22441/format.2019.v8.i2.007.