

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF N-DOPED DARI
LIMBAH KULIT BUAH KOLANG-KALING (*Arenga pinnata*) SEBAGAI
ELEKTRODA SUPERKAPASITOR**

SKRIPSI SARJANA KIMIA



Oleh :

Ilham Nasrah Putra

2210413012

Dosen Pembimbing I : Dr. Olly Norita Tetra, M.Si

Dosen Pembimbing II : Dr. Afdhal Muttaqin H.S, M.Si

**PROGRAM SARJANA
DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2026**

INTISARI

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KARBON AKTIF N-DOPED DARI LIMBAH KULIT BUAH KOLANG-KALING (*Arenga pinnata*) SEBAGAI ELEKTRODA SUPERKAPASITOR

Oleh:

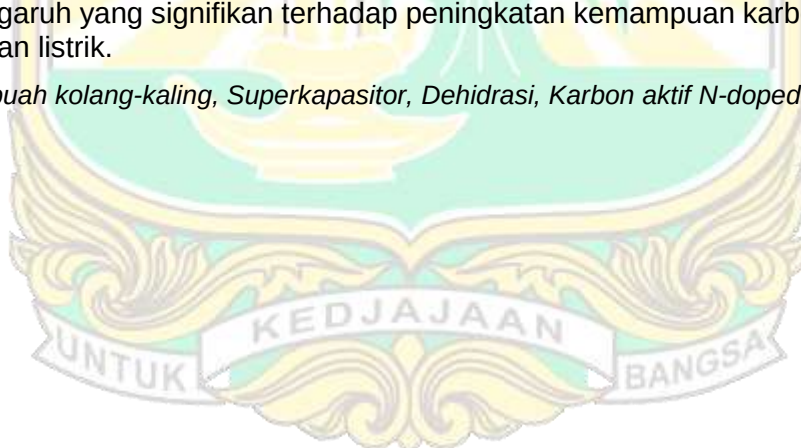
Ilham Nasrah Putra (NIM: 2210413012)

Dr. Olly Norita Tetra, M.Si.; Dr. Afdhal Muttaqin H.S, M.Si

*Pembimbing

Karbon aktif N-doped yang dihasilkan dari limbah kulit buah kolang-kaling (*Arenga pinnata*) telah dikembangkan sebagai bahan elektroda superkapasitor melalui proses sintesis dengan metode dehidrasi menggunakan larutan H_2SO_4 1 M, dilanjutkan dengan aktivasi kimia menggunakan KOH. Campuran tersebut kemudian ditambahkan dengan urea sebagai sumber atom N, dengan perbandingan massa antara karbon yang telah didehidrasi, KOH, dan urea sebesar 1:3:2 selanjutnya dilakukan proses karbonisasi pada suhu 400°C selama 2 jam. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi karbon aktif dari limbah kulit buah kolang-kaling dan menganalisis sifat-sifat elektrokimianya. Karbon aktif N-doped yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray* (SEM-EDX), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *Surface Area Analyzer* (SAA). Sifat-sifat elektrokimia dievaluasi melalui pengujian *Cyclic Voltammetry* (CV), *Galvanostatic Charge-Discharge* (GCD), dan *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS). Hasil karakterisasi SEM menunjukkan bahwa karbon aktif N-doped memiliki morfologi permukaan dengan struktur pori terbuka. Analisis EDX menunjukkan bahwa karbon aktif N-doped terdiri dari 66,21% karbon, 23,61% oksigen, 5,86% nitrogen, 0,19% aluminium, 0,33% sulfur, dan 0,74% kalium. Spektrum FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi N-H pada bilangan gelombang 3256 cm^{-1} dan gugus fungsi C-N pada bilangan gelombang 1376 cm^{-1} , yang menunjukkan keberadaan unsur nitrogen pada karbon aktif N-doped. Hasil analisis BJH memperlihatkan ukuran pori rata-rata 4,783 nm dan volume pori total $0,0312\text{ cm}^3/\text{g}$, dengan isoterm adsorpsi tipe IV yang menunjukkan sedikit struktur mikropori dan dominan mesopori. Hasil pengujian elektrokimia dengan sistem 3 elektroda menggunakan CV, GCD, dan EIS dalam elektrolit 3 M KOH menunjukkan bahwa karbon aktif N-doped memiliki kapasitansi spesifik 55,75 F/g pada laju pemindaian 5mV/s, sedangkan karbon aktif tanpa doping N hanya sebesar 4,41 F/g. Hasil ini menunjukkan bahwa masuknya nitrogen pada kerangka karbon aktif memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan kemampuan karbon aktif dalam menyimpan muatan listrik.

Kata kunci : Kulit buah kolang-kaling, Superkapasitor, Dehidrasi, Karbon aktif N-doped



ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF N-DOPED ACTIVATED CARBON FROM KOLANG-KALING (*Arenga pinnata*) FRUIT PEEL WASTE AS A SUPERCAPACITOR ELECTRODE

By:

Ilham Nasrah Putra (2210413012)

Dr. Olly Norita Tetra, M.Si.; Dr. Afdhal Muttaqin H.S, M.Si

*Supervisor

N-doped activated carbon produced from kolang-kaling (*Arenga pinnata*) fruit peel waste has been developed as a supercapacitor electrode material through a synthesis process using the dehydration method with a 1 M H_2SO_4 solution, followed by chemical activation using KOH. Urea was then added to the mixture as a source of nitrogen atoms, with a mass ratio of dehydrated carbon, KOH, and urea of 1:3:2, followed by carbonization at 400°C for 2 hours. This study aims to synthesize and characterize activated carbon from kolang-kaling fruit peel waste and analyze its electrochemical properties. The resulting N-doped activated carbon was characterized using Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray (SEM-EDX), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and a Surface Area Analyzer (SAA). The electrochemical properties were evaluated through Cyclic Voltammetry (CV), Galvanostatic Charge-Discharge (GCD), and Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) tests. SEM characterization results showed that the N-doped activated carbon has a surface morphology with an open-pore structure. EDX analysis revealed that the N-doped activated carbon consists of 66.21% carbon, 23.61% oxygen, 5.86% nitrogen, 0.19% aluminum, 0.33% sulfur, and 0.74% potassium. The FTIR spectrum shows the presence of an N-H functional group at a wavenumber of 3256 cm^{-1} and a C-N functional group at a wavenumber of 1376 cm^{-1} , indicating the presence of nitrogen in the N-doped activated carbon. The BJH analysis results show an average pore size of 4.783 nm and a total pore volume of $0.0312\text{ cm}^3/\text{g}$, with a Type IV adsorption isotherm indicating a small amount of micropores and a predominance of mesopores. The results of electrochemical testing using a three-electrode system with CV, GCD, and EIS in a 3 M KOH electrolyte showed that N-doped activated carbon has a specific capacitance of 55.75 F/g at a scan rate of 5 mV/s, whereas undoped activated carbon has a specific capacitance of only 4.41 F/g. These results indicate that the introduction of nitrogen into the activated carbon framework has a significant effect on enhancing the ability of activated carbon to store electrical charge.

Keywords : Kolang-kaling fruit peel, Supercapacitor, Dehydration, N-doped activated carbon

