

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan hal yang sangat dibutuhkan setiap manusia, karena segala bentuk kegiatan manusia memerlukan energi. Jika ketersediaan energi ini terganggu maka akan mengganggu keberlangsungan hidup di muka bumi. Oleh karena itu, penggunaan energi harus dilakukan dengan bijaksana, produktif, dan efisien. Ketersediaan energi di masa depan merupakan perhatian inti semua bangsa karena kesejahteraan manusia sangat terkait dengan jumlah dan kualitas energi yang dimanfaatkan dalam kehidupan modern. Selain itu energi juga memiliki peranan penting dan strategis untuk kemajuan perekonomian suatu negara. Tetapi seperti yang kita ketahui bersama semakin hari ketersediaan energi semakin menurun [1].

Banyak faktor yang menyebabkan ketersediaan energi setiap tahunnya menurun. Misalnya karena semakin banyaknya jumlah penduduk, sehingga berakibat semakin besar juga permintaan penggunaan energi setiap tahunnya. Data sensus penduduk di BPS tahun 2020 menunjukkan jumlah penduduk Indonesia pada September 2020 mencapai 270,20 juta jiwa dengan penambahan 32,56 juta penduduk selama 10 tahun dari 2010 sampai 2020. Selain itu taraf hidup masyarakat dan pertumbuhan ekonomi juga menyebabkan kebutuhan energi semakin besar yang menyebabkan menipisnya ketersediaan energi.

Menurut Badan Energi Dunia (*International Energy Agency-IEA*) proyeksi kebutuhan energi dunia akan terus mengalami peningkatan. Dimana pada tahun 2030 nanti permintaan energi dunia meningkat sebesar 45% atau rata-rata mengalami peningkatan sebesar 1,6% per tahun. Sebanyak 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok dari bahan bakar fosil. Sedangkan secara spesifik untuk kebutuhan energi nasional dari tahun 2019-2050 berdasarkan skenario *Business As Usual* (BAU) juga akan terus mengalami peningkatan sesuai dengan pertumbuhan ekonomi, penduduk, harga energi, dan kebijakan pemerintah. Kebutuhan energi ini akan didominasi oleh sektor industri dengan perkiraan pertumbuhan rata-rata 3,9%

setiap tahunnya [2]. Makanya diperlukan suplai cadangan energi untuk mengatasi hal tersebut.

Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) 2021 menunjukkan suplai cadangan minyak di Indonesia akan tersedia hanya sampai 9,5 tahun mendatang, sementara umur cadangan gas bumi Indonesia mencapai 19,9 tahun. Perhitungan cadangan minyak bumi dan gas bumi (migas) berdasarkan data tahun 2020 dan diasumsikan tidak ada penemuan cadangan migas baru. Tahun 2020 tercatat cadangan minyak bumi sebesar 4,17 miliar barel dengan cadangan terbukti sebanyak 2,44 miliar barel [3]. Sedangkan untuk cadangan gas bumi mencapai 62,4 *triliun cubic feet* dengan cadangan terbukti 43,6 *triliun cubic feet*. Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral telah membuat suatu transisi energi sebagai upaya dalam perkembangan pemanfaatan energi sekaligus bagian dari pembangunan ekonomi yang tangguh dan berkelanjutan serta mendukung percepatan pencapaian target bauran 23% energi terbarukan.

Pengaplikasian energi terbarukan merupakan hal yang sudah sangat sering didengar sebagai solusi konkret dari pemerintah untuk mengatasi kebutuhan energi yang semakin meningkat. Hal ini dibuktikan dengan adanya rumusan empat Program Prioritas Energi Baru Terbarukan dan Konservasi Energi melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral dengan Siaran Pers Nomor: 019.Pers/04/SJI/2021 pada tanggal 15 Januari 2021 [4].

Tujuan utama dirumuskan hal tersebut adalah untuk menuju pengelolaan energi yang berkeadilan, berkelanjutan, dan berwawasan lingkungan demi mewujudkan kemandirian dan ketahanan energi nasional. Hal ini tertuang dalam Kebijakan Energi Nasional dan Rencana Umum Energi Nasional, yang menargetkan penurunan emisi hingga 41% pada 2030 dan 58% pada tahun 2050 [4].

Indonesia selaku negara yang kaya akan sumber daya alam mempunyai peluang besar untuk mewujudkan hal tersebut dengan catatan semua pihak mampu berkolaborasi untuk mengelola sumber daya alam yang ada. Seperti yang kita ketahui bersama negara Indonesia mempunyai banyak sumber daya alam yang bisa dimanfaatkan sebagai alternatif energi, salah satunya yang sering kita dengar adalah pemanfaatan energi biomassa. Jenis biomassa yang bisa dimanfaatkan sangat

beragam, misalnya tandan kosong kelapa sawit, rumput raja, daun tebu, ampas tebu, bahkan tanaman kopi serta yang lainnya.

Salah satu tanaman biomassa yang cukup menjanjikan dijadikan sebagai sumber energi, khususnya di Aceh adalah tanaman kopi, karena setiap tahun produksinya terus meningkat. Seperti yang ditunjukkan dari data, Aceh merupakan provinsi ke 4 terbanyak memproduksi kopi dengan jumlah 74.328 Ton pada tahun 2021 [5]. Seiring dengan produksi kopi yang terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, akhirnya komoditas pertanian ini menghasilkan limbah kopi yang tinggi. Adapun limbah yang dihasilkan berupa limbah kulit kopi sebanyak 43%, limbah ampas kopi 6%, dan lendir kopi 12% [6]. Berdasarkan persentase tersebut, kulit kopi memiliki persentase tertinggi yang seharusnya bisa dimanfaatkan oleh masyarakat.

Limbah kulit kopi belum banyak dimanfaatkan, sehingga jika dibiarkan terus menerus akan menimbulkan masalah serius seperti kerusakan lingkungan dan mengganggu kesehatan manusia karena di dalam limbah kulit kopi terdapat unsur karbon yang tidak baik untuk dihirup manusia [7] [8]. Oleh karena itu, diperlukan langkah konkret pemanfaatan limbah kulit kopi agar tidak terbuang sia-sia dan dapat menjadi nilai tambah bagi masyarakat. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan limbah kulit kopi menjadi penyimpan energi listrik.

Dewasa ini sudah menjadi perbincangan hangat tentang penyimpanan energi listrik dikarenakan cukup banyak energi yang terbuang dengan sia-sia. Dengan kata lain setelah mampu diperoleh energi tapi tidak sesuai dengan yang diharapkan atau sering disebut dengan efisiensi energi listrik berkurang. Makanya diperlukan alternatif baru untuk mengatasi hal tersebut. Salah satu cara yang telah dilakukan adalah dengan menciptakan baterai.

Selama ini baterai banyak digunakan untuk menjadi sumber daya penyimpanan bagi alat yang membutuhkan voltase rendah. Namun terdapat kelemahan pada baterai, yaitu jika sering digunakan baterai bisa menjadi *voltage drop*, kapasitas muatannya yang kecil dan tingkat pengisiannya yang masih rendah. Sehingga hal tersebut mengindikasikan bahwa dalam penggunaan teknologi masih sangat dibutuhkan suatu penyimpanan energi listrik yang lebih efektif.

Superkapasitor merupakan alternatif penyimpanan energi listrik yang lebih efektif dibandingkan dengan sistem penyimpanan energi lainnya seperti baterai dan kapasitor konvensional [9]. Superkapasitor atau sering disebut dengan ultrakapasitor memiliki tiga keunggulan utama, yaitu daya spesifik tinggi sekitar 10 kW kg^{-1} , masa pakai yang lama, dan proses pengisian atau pengosongan yang cepat dalam hitungan detik. Selain itu superkapasitor juga telah menunjukkan kinerja yang luar biasa sebagai sistem penyimpanan energi yang ramah lingkungan, berbiaya rendah, dan proses produksi relatif lebih mudah [10]. Sehingga superkapasitor menjadi strategi energi yang menarik untuk mengurangi pencemaran lingkungan dari eksploitasi bahan bakar fosil. Superkapasitor juga dapat saling melengkapi dengan baterai, dimana superkapasitor dapat memberikan daya tinggi kepadatan selama akselerasi dan pengereman, melindungi baterai dari pengisian dan pengosongan frekuensi tinggi.

Material penyusun superkapasitor terdiri dari tiga material utama yaitu, elektroda, separator dan elektrolit. Material elektroda yang mempunyai peluang besar untuk dikembangkan adalah menggunakan karbon aktif, karena memiliki luas permukaan spesifik yang besar, mudah dibuat, dan memiliki porositas yang baik. Selain itu karbon aktif juga memiliki keunggulan yang mudah didapatkan, biaya lebih murah, memiliki konduktivitas listrik yang tinggi dan luas permukaan yang besar [11].

Penelitian terdahulu menyatakan pembuatan karbon aktif sangat dipengaruhi oleh metode proses yang dilakukan. Misalnya penelitian yang dilakukan oleh [8] dengan menggunakan bahan baku sekam kopi yang dipirolisis pada temperatur $400 \text{ }^{\circ}\text{C}$ kemudian diaktivasi kimia menggunakan ZnCl_2 sebanyak 10% diperoleh ukuran pori yang masih kecil. Sehingga belum bisa untuk dijadikan sebagai bahan elektroda superkapasitor. Sedangkan keberadaan pori-pori ini sangat penting untuk superkapasitor, karena semakin besar nilai pori maka akan semakin banyak energi yang bisa disimpan dalam superkapasitor. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan [12] bahwa pori-pori sangat berkontribusi pada kapasitansi spesifik yang relatif tinggi melalui desolvasi ion pada kerapatan arus rendah.

Pori-pori dalam bahan karbon dapat ditingkatkan luas permukaannya dengan berbagai cara, misalnya dengan meningkatkan nilai temperatur saat proses karbonisasi untuk aktivasi fisika. Hal ini sesuai dengan penelitian [13] yang menunjukkan bahwa, kulit terong yang dilakukan pra karbonisasi pada temperatur 400 °C selama 1 jam kemudian dicampur dengan KOH (1:3) dan dikarbonisasi pada temperatur 800 °C mampu menghasilkan karbon aktif yang memiliki nilai pori-pori yang cukup besar, yaitu 1.300,47 m²/g. Selain itu hal yang sangat mempengaruhi dalam proses pembentukan pori-pori adalah reagen kimia yang digunakan saat proses aktivasi kimia.

Penelitian lain menyebutkan bahwa reagen kimia dengan menggunakan larutan KOH mampu meningkatkan nilai pori-pori bahan baku, yaitu nilai volume pori-pori sebesar 1,384 cm³/g [13]. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan Yi Han Chiu dkk mengenai pembuatan elektroda superkapasitor dari karbon aktif ampas biji kopi menggunakan 6 aktivator yang berbeda yaitu H₃PO₄, HCl, FeCl₃, ZnCl₂, NaOH dan KOH. Hasil penelitian menunjukkan elektroda karbon aktif yang dibuat menggunakan aktivator KOH menghasilkan nilai kapasitansi spesifik tertinggi yaitu sebesar 105,3 Fg⁻¹ dengan luas permukaan spesifik 1250 m²g⁻¹ yang mengakibatkan kinerja elektrokapasitif KOH lebih baik dibandingkan dengan aktivator lainnya [14].

Sepengetahuan kami masih sedikit penelitian tentang proses pembuatan karbon aktif dari limbah kulit kopi yang akan dijadikan sebagai elektroda superkapasitor. Berdasarkan uraian tersebut dapat dilihat bahwa proses aktivasi yang dilakukan sangat mempengaruhi hasilnya. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk mengkaji pengaruh proses aktivasi secara kimia, fisika, dan kimia-fisika sehingga bisa dijadikan sebagai elektroda superkapasitor.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- a. Bagaimana pengaruh proses aktivasi secara kimia, fisika dan kimia-fisika terhadap *properties* karbon aktif kulit kopi untuk dijadikan sebagai elektroda superkapasitor.

- b. Bagaimana menghasilkan karbon aktif untuk dijadikan sebagai elektroda superkapasitor agar memiliki nilai kapasitansi listrik yang optimal.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah yang ada, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

- a. Mengetahui pengaruh proses aktivasi secara kimia, fisika dan kimia-fisika terhadap *properties* karbon aktif kulit kopi untuk dijadikan sebagai elektroda superkapasitor.
- b. Mengetahui cara terbaik untuk menghasilkan karbon aktif sebagai elektroda superkapasitor agar memiliki nilai kapasitansi listrik yang optimal.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui proses pembuatan karbon aktif dari kulit kopi untuk dijadikan sebagai elektroda superkapasitor
- b. Membantu masyarakat untuk memanfaatkan limbah kulit kopi menjadi teknologi penyimpan energi
- c. Memberikan informasi terbaru tentang alternatif penyimpan energi menggunakan limbah kulit kopi.

1.5 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang maka diambil batasan masalah sebagai berikut:

- a. Kulit kopi arabika bersumber dari kabupaten Bener Meuriah, Aceh Tengah
- b. Pencucian kulit kopi menggunakan air keran
- c. Perendaman kulit kopi selama 24 jam
- d. Jenis pirolisis yang digunakan adalah pirolisis lambat (*slow pyrolysis*)
- e. Aktivasi kimia menggunakan larutan KOH
- f. Aktivasi fisika menggunakan gas nitrogen dengan laju alir 1 L/menit