

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ketersediaan energi konvensional berupa batubara yang biasa digunakan dalam proses pembangkitan energi listrik pada saat ini di Indonesia ini menurut para pakar energi telah mencapai titik kritis [1]. Hal ini merupakan pukulan telak bagi kita karena kita ketahui energi listrik merupakan kebutuhan primer di zaman yang telah modern ini. Kemajuan teknologi, industri, dan perkembangan populasi umat manusia yang bertambah seiring bergulir nya waktu menyebabkan listrik sangat diperlukan dan cukup vital bagi kehidupan. Tercatat kebutuhan terhadap energi fosil seperti batu bara sebesar 25% lalu minyak bumi dan gas sebesar 55% data tersebut didapat dari seluruh persediaan energi yang ada. Sedangkan untuk pemanfaatan energi terbarukan seperti angin, energi matahari, geotermal, dan biomasa masih sangat kecil sekitar 3% [2].

Hingga saat ini pembangkitan energi listrik di negara Indonesia masih didominasi oleh Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Pada tahun 2018 persentase PLTU dalam pembangkitan daya listrik sebesar PLTU sebesar 42,34%. Sementara untuk Pembangkit Listrik Energi Baru dan Terbarukan (PLT EBT) hanya menyumbang 3,22 %. PLT EBT ini terdiri dari Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa), Pembangkit Listrik Tenaga Biomasa (PLTBm), Pembangkit Listrik Tenaga Banyu/angin (PLTB), Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga *Hybrid* [3]. Sumber energi untuk menjalankan PLTU sebagai pembangkit listrik terbesar di Indonesia ini bersumber dari batu bara merupakan bahan bakar yang sudah hampir habis dan sulit diperbaharui. Batu bara berasal dari fosil makhluk hidup yang telah melalui proses panjang dalam pembuatannya. Hal ini akan menghambat pembangkitan energi listrik dan mau tak mau harus mencari opsi lain agar energi listrik ini bisa terus berlanjut mengingat pentingnya energi tersebut bagi kehidupan modern pada zaman ini.

Beragam upaya telah dijalankan guna menanggulangi kelangkaan energi yang akan terjadi dalam beberapa tahun ke depan. Salah satu nya dengan mengembangkan PLT EBT yang saat ini persentase nya masih sangat kecil. PLT

EBT yang dimaksud ialah pembangkitan listrik menggunakan surya sebagai energi utama yang dikenal dengan *Photovoltaic system*. Indonesia sebagai negara tropis yang hanya memiliki dua musim saja setiap tahun nya yaitu musim kemarau dan musim hujan. Sementara itu faktor geografis Indonesia yang dilintasi garis khatulistiwa menjadi nilai lebih karena hampir di sepanjang tahun selalu di sinari matahari secara langsung [4]. Hal tersebut dapat dijadikan opsi terbaik, mengingat sinar matahari ini memiliki radiasi yang berupa energi sebagai bahan bakar bagi *solar cell* untuk dikonversi menjadi energi listrik.

Fabrikasi panel listrik surya pada saat ini masih terkendala oleh beberapa hal, salah satunya biaya yang masih cukup mahal. Akan tetapi teknologi *photovoltaic* merupakan sistem yang sudah sangat maju dalam bidang energi surya sebagai sebuah energi alternatif dan terbarukan. Nama lain dari sel surya ini ialah *Photovoltaic device* memiliki kemampuan untuk mengkonversi foton dari energi surya menjadi energi listrik, berdasarkan pada celah pita energi semikonduktor, *dye* dan elektrolit [5]. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) merupakan istilah yang mudah diingat untuk *photovoltaic* alternatif ini.

Tiga material aktif digunakan dalam penyusunan DSSC: Penyerap foton diperankan oleh *dye* organik, untuk mentransfer elektro digunakan lapisan nanokristal logam oksida dan cairan atau lapisan logam oksida sebagai material pentranspor *hole* (HTM). Klorofil menjadi *dye* yang sering digunakan sebagai bahan *photosensitizer* [6]. Untuk mendapatkan klorofil/zat hijau daun ini sangat mudah dan gampang, karena sumber utama klorofil berasal dari tumbuhan hijau yang terdapat di sekitar kita. Bahan baku Klorofil yang digunakan pada penelitian ini ialah tumbuhan Kemangi (*Ocimum Basilicum*). Tumbuhan yang tidak asing lagi bagi masyarakat Indonesia, biasanya di .manfaatkan dalam masakan nusantara sebagai pelengkap makan ayam goreng, sambal, dll. Alasan penggunaan kemangi dalam penelitian kali ini karena kandungan klorofil nya masuk dalam tumbuhan yang mengandung klorofil cukup tinggi, dan sangat mudah dijumpai di lingkungan sekitar tempat tinggal [7]. Tumbuhan tersebut diambil klorofilnya yang akan dimanfaatkan sebagai *dye sensitizer* organik DSSC. Kemudian untuk substrat tempat fotoelektroda kerja maupun elektroda lawan menggunakan *Transparent*

Conductive Oxide (TCO) berjenis *Indium Tin Oxide* (ITO). seperti kaca substrat yang umum digunakan pada DSSC.

1.2 *State of The Art*

Sebagai penegasan bahwa karya tulis yang penulis susun merupakan sebuah karya asli yang yang bukan merupakan tindakan plagiat dari karya lain yang telah ada maka dibuatlah *State of The Art* sebagai bagian pernyataan penegasan tersebut. Pada bagian ini pula penulis akan memaparkan beberapa acuan referensi yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan. Acuan dan referensi yang dimaksud tertuang pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Referensi

| Judul | Penulis | Tahun |
|---|--|-------|
| Pengujian dan Analisis Performansi <i>Dye-sensitized Solar Cell</i> (DSSC) terhadap Cahaya [2]. | Akhmad Farid Prayogo, dkk | 2015 |
| <i>Chlorophyll Pigments as Nature Based Dye for Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC) [8]. | R. Syafinar, N. Gomes, dkk | 2015 |
| Kajian pH Klorofil Terhadap Ikatan Kimia <i>Dye</i> pada TiO ₂ sebagai Aplikasi <i>Dye-Sensitized Solar Cell</i> (DSSC) [9]. | Aziza Hfii Ahliha, dkk | 2018 |
| Studi Fabrikasi <i>Dye Sensitized Solar Cells</i> (DSSC) Menggunakan <i>Dye Cellosia Argentum</i> (Jengger Ayam) [6]. | Fitrah Fitrianingsih, dkk | 2019 |
| <i>Natural Basil as Photosensitizer with ZnO Thin Films for Solar Cell Applications</i> [10]. | Tulshi Shiyani, S. K. Mahapatra & Indrani Banerjee | 2020 |

Pada penelitian dengan judul *Pengujian dan Analisis Performansi Dye-sensitized Solar Cell (DSSC) terhadap Cahaya* [2] yang dibuat oleh Akhmad Farid Prayogo, dkk pada tahun 2014, dilakukan fabrikasi DSSC dengan menggunakan

substrat *Indium Tin Oxide* (ITO), semikonduktor TiO_2 , *dye sensitizer* alami dari ekstrak daun pepaya dan daun jarak, kemudian lapisan katalis untuk *counter electrode* menggunakan jelaga pembakaran lilin. Seluruh bahan dan komponen kemudian disusun dengan metode *sandwich*. Setelah selesai di fabrikasi selanjutnya DSSC diuji dengan dua metode pengujian; yaitu pengujian tingkat penyerapan *dye*, dan uji performansi DSSC. Didapatkan hasil dari pengujian penyerapan *dye* ekstrak klorofil dari kedua larutan *dye* tersebut didapatkan puncak penyerapan panjang gelombang pada rentang panjang gelombang 450-500 nm dan pada panjang gelombang 600 nm. Untuk hasil pengujian performansi DSSC daun pepaya dan daun jarak sebesar hasil (Tegangan maksimum/ V_m 190 mV; Arus maksimum/ I_m sebesar 25 μA) sedangkan untuk efisiensi DSSC tersebut sebesar 0,00128% [2].

Penelitian kedua dengan judul *Chlorophyll Pigments as Nature Based Dye for Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)* [8] yang digagas oleh R. Syafinar, N. Gomes, dkk pada tahun 2015, aktivitas yang dilakukan ialah melakukan fabrikasi DSSC dengan *dye* alami berasal dari daun bayam, TiO_2 digunakan sebagai semikonduktor, substrat yang digunakan ialah *Indium Tin Oxide* (ITO), dan grafit pensil untuk tambahan *counter electrode*. Seluruh bahan dan komponen kemudian disusun dengan metode *sandwich*. Pengujian yang dilakukan ialah pengujian absorbansi oleh larutan *dye*, dan pengujian performansi DSSC. Penyerapan gelombang cahaya oleh *dye* yang berasal dari tanaman bayam didapatkan hasil puncak penyerapan pada rentang gelombang 400-700 nm. Hasil yang didapatkan dalam pengujian penyinaran DSSC tegangan hubung buka (V_{oc}) sebesar 384mV, dan arus hubung singkat (I_{sc}) sebesar 0,32mA. Tidak dijelaskan mengenai efisiensi dari konversi energi DSSC yang difabrikasi pada penelitian kali ini [8].

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Aziza Hfii Ahliha, dkk dengan judul *Kajian pH Klorofil Terhadap Ikatan Kimia Dye pada TiO_2 sebagai Aplikasi Dye-Sensitized Solar Cell (DSSC)* [9] di tahun 2018, dilakukan fabrikasi DSSC dengan klorofil ekstrak daun bayam sebagai *dye sensitizer*, semikonduktor TiO_2 , untuk substrat DSSC tersebut digunakan *Fluorine Tin Oxide* (FTO), dan *counter electrode* ditambahkan lapisan platina. Kedua elektroda kemudian digabung dengan metode *sandwich*. Pengujian yang dilakukan ialah pengujian penyerapan

cahaya oleh larutan *dye sensitizer*, dan pengujian kinerja DSSC terhadap pengaruh keasaman *dye*. Didapatkan hasil pengujian absorbansi puncak absorbansi terletak antara 400-480 nm dan 600-680 nm. Lalu untuk pengujian kinerja DSSC terhadap keasaman *dye* didapatkan hasil efisiensi sebesar 0,013% tertinggi di banding murni 0,0068%, Netral 0,002%, dan Basa 0,003% [9].

Pada penelitian lainnya yang diprakarsai oleh Fitrah Fitrianiingsih, dkk dengan judul *Studi Fabrikasi Dye Sensitized Solar Cells (DSSC) Menggunakan Dye Cellosia Argentum (Jengger Ayam)* [6] pada tahun 2019, melakukan fabrikasi DSSC dengan *dye sensitizer* alami yang berasal dari tumbuhan jengger ayam, lalu untuk substrat DSSC digunakan *Fluorine Tin Oxide* (FTO), TiO_2 digunakan sebagai semikonduktor, dan penambahan platina pada counter electrode. Kedua elektroda kemudian digabung dengan metode *sandwich*. Pengujian yang dilakukan pada DSSC yang telah difabrikasi ialah pengujian absorbansi larutan *dye*, dengan pengujian performansi DSSC oleh sinar matahari. Pengujian absorbansi pada larutan *dye* didapatkan pada rentang panjang gelombang 200-800 nm dan puncak absorbansi pada 300 nm. Sementara dalam pengujian penyinaran sinar matahari didapatkan hasil efisiensi konversi energi sebesar 0,16%.

Penelitian terakhir yang dilakukan oleh Tulshi Shiyani dan tim penelitiannya dengan judul *Natural Basil as Photosensitizer with ZnO Thin Films for Solar Cell Applications* [10] yang dilaksanakan pada tahun 2020, pada penelitian ini melakukan fabrikasi DSSC dengan *dye sensitizer* alami yang berasal dari daun basil, dengan semikonduktor ZnO, Substrat yang digunakan pada DSSC ialah *Fluorine Tin Oxide* (FTO), lalu campuran dari Au-pd ditambahkan pada counter electrode. Kedua elektroda kemudian digabung dengan metode *sandwich*. Pengujian yang dilakukan pada DSSC yang difabrikasi diantaranya; pengujian absorbansi dari *dye* alami, yang kedua ialah pengujian performansi DSSC. Hasil pengujian penyerapan sinar matahari oleh *dye* alami didapatkan puncak absorbansi pada panjang gelombang 675 nm. Pada pengujian performansi DSSC, didapatkan hasil nilai arus sebesar 0,02mA dan tegangan 149,6 mV dengan efisiensi konversi energi sebesar 0,46% [10].

Meninjau kembali beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada Tabel 1.1 yang berfokus pada tema DSSC, yang akan mempengaruhi kegiatan penelitian tugas akhir yang dilakukan. Penelitian ini memiliki judul “Pemanfaatan Klorofil Ekstrak Daun Kemangi Sebagai *Dye Sensitizer* dalam Fabrikasi dan Uji Efektivitas *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC)”. Terdapat beberapa pembaruan dan pengembangan dengan mengganti bahan *dye sensitizer* alami dengan klorofil ekstrak daun kemangi yang memiliki kadar klorofil yang cukup melimpah serta pemberdayaan tumbuhan ini dalam bidang pembangkitan energi listrik. Hal tersebut menjadikan laporan tugas akhir memuat pembaruan dari penelitian sebelumnya.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya terdapat beberapa masalah yang dapat dirumuskan, diantaranya sebagai berikut:

1. Bagaimana proses fabrikasi DSSC menggunakan *dye sensitizer* ekstrak klorofil daun kemangi yang efisien dan dapat membangkitkan energi listrik secara optimal?
2. Bagaimana penentuan parameter serta kemampuan ekstrak klorofil daun kemangi sebagai *dye sensitizer* alami baik sifat optik maupun kemampuan absorbansi yang baik dalam fabrikasi DSSC?
3. Bagaimana efisiensi dan kinerja dari struktur DSSC yang difabrikasi?

1.4 Tujuan Penelitian

Kemudian terdapat beberapa tujuan yang diharapkan dapat diwujudkan dalam penelitian kali ini, diantaranya:

1. Melakukan perancangan *dye sensitized solar cell* ekstrak klorofil daun kemangi yang efisien.
2. Melakukan fabrikasi *dye sensitized solar cell* menggunakan ekstrak klorofil daun kemangi dan TiO_2 menggunakan metode *sandwich*.
3. Melakukan pengujian dan menganalisis kinerja dari prototipe DSSC menggunakan *dye sensitizer* ekstrak klorofil daun kemangi.

1.5 Manfaat Penelitian

Pada aktivitas penelitian yang direncanakan dan akan dilakukan diharapkan terdapat dua manfaat yang akan timbul dan bermanfaat bagi semua kalangan. Beberapa manfaat yang diharapkan diantaranya:

1. Manfaat Akademis

Pada aktivitas penelitian kali ini diharapkan dapat berkontribusi dan memperkaya keilmuan di bidang energi, pembangkitan energi listrik dan inovasi dalam pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Energi Baru (PLT EBT) dan Terbarukan khususnya di bidang Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

2. Manfaat Praktis

Diharapkan hasil dari aktivitas penelitian kali ini dapat menjadi salah satu solusi dari pemanfaatan tumbuhan dalam pembangkitan energi listrik yang tentunya minim efek samping, mudah dalam pengaplikasian juga dimengerti semua kalangan masyarakat, dan menjadi salah satu inovasi sistem pembangkit listrik yang aman dan ekonomis di masa mendatang.

1.6 Batasan Masalah

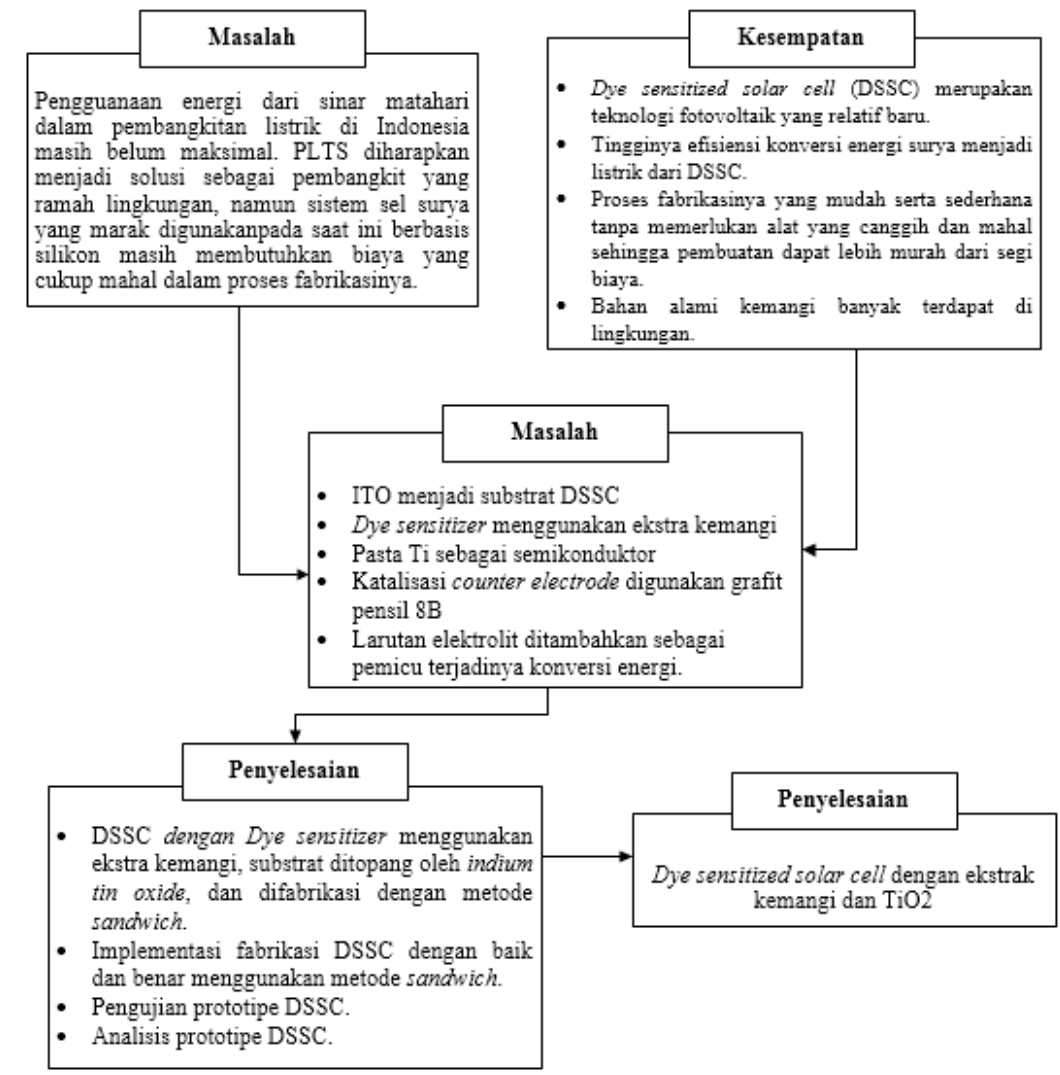
Dalam pelaksanaan penelitian ini tentunya diharapkan penelitian bisa sinkron dengan tujuan akhir dari penelitian itu sendiri dan tidak meleset terlalu jauh dari ruang lingkup yang sebelumnya telah ditentukan, maka dari itu diperlukan usaha untuk membatasi masalah tersebut. Berikut batasan-batasan masalah yang ditentukan, yaitu:

1. Penelitian ini hanya berfokus kepada fabrikasi *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) menggunakan *dye sensitizer* alami dari klorofil tumbuhan.
2. *Dye sensitizer* yang digunakan ialah ekstrak klorofil dari daun kemangi (*Ocimum Basilicum*).
3. Parameter pengujian yang akan dilakukan pada DSSC meliputi pengujian tingkat penyerapan gelombang cahaya oleh *dye* klorofil (absorbansi) dan pengujian performansi DSSC.

1.7 Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran merupakan bentuk pemaparan narasi juga pernyataan yang berkaitan dengan kerangka perumusan proses dari pemisahan masalah pada

penelitian yang diharapkan bisa diselesaikan menggunakan beberapa pendekatan yang bisa dilakukan pada penelitian kali ini. Untuk Pemaparan kerangka pemikiran tersebut tertuang pada Gambar 1.1.



Gambar 1. 1 Kerangka Pemikiran

1.8 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan merupakan sebuah aturan dalam penyusunan penulisan laporan tugas akhir penelitian yang diharapkan dapat menghasilkan laporan tugas akhir penelitian yang baik sesuai kaidah penulisan yang berlaku. Laporan tugas akhir penelitian ini dibangun oleh enam bab.

Sistematika penulisan laporan tugas akhir tersebut ialah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini tertulis tentang apa yang melatar belakangi penelitian ini dilakukan, *state of the art*, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah, kerangka berfikir dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini memuat berbagai paparan teori tentang *solar cell* (sel surya) baik pengertian maupun perkembangannya dari generasi pertama hingga ke-tiga, *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) dimulai dari penjelasan tentang apa itu DSSC, perkembangan DSSC dari awal dikembangkan oleh M. Gratzel, prinsip kerja DSSC, struktur DSSC, material penyusun DSSC, metode fabrikasi DSSC, serta metode pengukuran efisiensi pada DSSC. Dijelaskan pula tentang tumbuhan kemangi yang merupakan salah satu tanaman yang digunakan pada penelitian kali ini. Teori-teori tersebut diperoleh dan dikumpulkan dari berbagai sumber terpercaya seperti prosiding, jurnal, dan sumber karya ilmiah lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Konten yang terdapat pada bab ini ialah diagram alur yang memuat proses-proses, rangkaian tahapan, maupun hal yang dilakukan dalam penelitian fabrikasi *dye sensitized solar cell*.

BAB IV PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI

Pada bab ini berisi tentang tahapan rancangan fabrikasi *dye sensitized solar cell* dengan memanfaatkan ekstrak klorofil daun kemangi sebagai *dye sensitizer* yang diawali dengan perancangan, penentuan komponen serta langkah-langkah fabrikasi DSSC.

BAB V PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab kelima ini berisi tentang proses pengujian DSSC dengan berbagai metode dan proses analisis sehingga didapatkan hasil berupa efisiensi dari kinerja prototipe DSSC yang difabrikasi pada penelitian kali ini.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir pada laporan tugas akhir ini memuat kesimpulan dan saran yang diperoleh dari proses penelitian fabrikasi DSSC dengan ekstrak kemangi sebagai *dye sensitizer*.

