

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi listrik merupakan energi primer yang saat ini keberadaannya belum dapat digantikan oleh energi yang lain. Di Indonesia, kebutuhan energi listrik masih banyak dihasilkan oleh pembangkit listrik berbahan bakar fosil seperti minyak bumi, batu bara, dan lain-lain. Penggunaan bahan bakar fosil tersebut ketersediaannya terbatas dan berpotensi menyebabkan masalah baru dalam lingkungan, yaitu pencemaran lingkungan dan memicu pemanasan global. Selain itu, di wilayah Indonesia masih banyak daerah yang belum mendapat pasokan listrik. Tercatat baru sekitar 65% wilayah Indonesia yang sudah mendapatkan pasokan listrik, dan sisanya masih menggunakan energi alam¹

Sekarang ini, berkembang energi terbarukan dan ramah lingkungan sebagai solusi untuk menggantikan energi fosil yaitu energi surya, panas bumi, angin, biomassa, biogas, dan lain-lain. Sel surya cocok dikembangkan di Indonesia karena Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis dengan durasi penyinaran matahari yang cukup sepanjang tahunnya. Sel surya tersensitasi zat warna (*Dye Sensitized Solar Cells*, disingkat DSSCs) merupakan salah satu pengembangan sel surya yang telah banyak diteliti sejak tahun 1991. Saat ini, sel surya tersensitasi zat warna merupakan sel surya yang paling efisien dan paling stabil².

Salah satu komponen penting dalam DSSCs adalah zat warna *sensitizer*. *Sensitizer* pada DSSCs berperan untuk meningkatkan efisiensi penyerapan cahaya. Ketika terjadi absorpsi cahaya, separasi muatan akan melibatkan kontak antara molekul *sensitizer* dengan permukaan semikonduktor. Efisiensi DSSCs umumnya bergantung pada tingkat energi relatif molekul *sensitizer* dan kinetika elektron yang berpusat pada molekul *sensitizer* tersebut³. *Sensitizer* yang sering digunakan adalah zat warna organik maupun anorganik. *Sensitizer* anorganik telah banyak dilakukan perkembangan, pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan zat warna dari kompleks *ruthenium polypyridine* menunjukkan bahwa nilai efisiensi konversi diperoleh lebih besar dari 11% yang sangat baik digunakan untuk DSSCs. Namun, DSSCs yang berbasis zat warna *ruthenium* mengalami keterbatasan dari sumber *ruthenium* dan menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Sedangkan penelitian pada kompleks *zinc porphyrin* juga memiliki efisiensi yang baik terhadap DSSCs, akan tetapi *sensitizer* kompleks *zinc porphyrin* memiliki masalah pada hasil sintesis yang rendah dan bahan baku untuk sintesis sangat beracun⁴.

Berbagai desain dan konfigurasi molekul zat warna dikembangkan untuk mendapatkan koefisien konversi energi yang tinggi pada DSSCs. Zat warna organik dengan struktur Donor-Akseptor (D-A) seperti sianidin sebagai donor, rhodaninasetat sebagai akseptor⁵ dan Donor- π konjugasi-Aseptor (D- π -A) berbasis trifenilamin, kumarin, fluoren dll, sebagai donor elektron dan sianoakrilik sebagai aseptor elektron yang dihubungkan dengan rantai π konjugasi⁶. Zat warna tipe D-A maupun D- π -A mempunyai sifat tarikan dan dorongan elektron sehingga bisa menyebabkan terjadinya resonansi elektron π berkonjugasi. Semakin panjang resonansi elektron π maka cahaya akan diserap pada panjang gelombang yang lebih panjang (*red shift*). Salah satu zat warna organik yang telah banyak diteliti adalah trifenilamin. Susunan ikatan rangkap terkonjugasinya yang panjang mampu menyerap cahaya bahkan sampai rentang cahaya tampak.

Penelitian yang dilakukan oleh Preat *et al.* (2009) menggunakan trifenilamin dan asam sianoasetat menunjukkan bahwa kedua senyawa ini merupakan donor dan akseptor elektron yang potensial. Molekul trifenilamin dapat menekan agregasi struktur nonplanar senyawa zat warna, sehingga dapat dijadikan sebagai *sensitizer* DSSCs. Beberapa kelompok peneliti telah melaporkan bahwa DSSCs dengan berbagai zat warna berbasis trifenilamin menunjukkan efisiensi sampai dengan 7,62%. Nilai konversi efisiensi semakin besar maka semakin baik diaplikasikan pada DSSCs. Studi teoritis dan eksperimental menunjukkan bahwa bagian kaya elektron dalam molekul donor dan jembatan π terkonjugasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sifat fotoelektrokimia dan efisiensi dari *sensitizer*⁷.

Berdasarkan uraian diatas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang memodifikasi zat warna organik berbasis trifenilamin secara komputasional menggunakan metode *Density Functional Theory* (DFT). Metode DFT dipilih karena hasil perhitungan yang akurat mendekati eksperimen.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang dapat dikaji adalah:

1. Bagaimana pengaruh modifikasi zat warna tipe D-A dan D- π -A terhadap efisiensi penyerapan cahaya zat warna?
2. Bagaimana pengaruh gugus pendorong dan penarik elektron terhadap efisiensi serapan cahaya zat warna?
3. Bagaimana struktur modifikasi terbaik yang mampu menghasilkan efisiensi serapan cahaya terbaik?

1.3. Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mempelajari pengaruh modifikasi zat warna berbasis trifenilamin tipe D-A dan D- π -A terhadap efisiensi penyerapan cahaya zat warna.
2. Mengetahui pengaruh gugus pendorong dan penarik elektron terhadap efisiensi serapan cahaya zat warna.
3. Menentukan struktur modifikasi terbaik yang mampu menghasilkan efisiensi serapan cahaya dan daya listrik terbaik.

1.4. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini untuk:

1. Dapat mengetahui zat warna tipe D-A dan D- π -A yang menghasilkan efisiensi serapan cahaya paling besar.
2. Dapat mengetahui pengaruh modifikasi zat warna tipe D-A dan D- π -A terhadap efisiensi penyerapan cahaya terbaik.
3. Dapat mengetahui pengaruh modifikasi zat warna D-A dan D- π -A terhadap performa peralatan DSSCs.

