

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

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 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 alam.^[1]

Dengan demikian, diperlukan suatu solusi yang efektif dan efisien baik secara aspek lingkungan maupun aspek ekologi yang dapat memberikan nilai positif bagi kelestarian lingkungan tanpa menyebabkan kerusakan di muka bumi ini.^{[2],[3]} Allah SWT sendiri melarang hambanya untuk membuat kerusakan di muka bumi ini melalui firmanNya dalam Al Quran surat Al A'raf ayat 56 – 58 yang artinya : *“Dan janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi, sesudah (Allah) memperbaikinya dan berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut (Tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik. Dan dialah yang meniupkan angin sebagai pembawa berita gembira sebelum kedatangan rahmat-Nya (hujan); hingga apabila angin itu Telah membawa awan mendung, kami halau ke suatu daerah yang tandus, lalu kami turunkan hujan di daerah itu, Maka kami keluarkan dengan sebab hujan itu pelbagai macam buah-buahan. seperti Itulah kami membangkitkan orang-orang yang Telah mati, Mudah-mudahan kamu mengambil pelajaran. Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya Hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur.”* (QS Al A'raf : 56-58)

Solusi yang diperlukan adalah solusi berupa inovasi yang bersifat ramah lingkungan, tidak membahayakan makhluk hidup, dan tidak menimbulkan masalah baru agar kelestarian alam dapat terjaga. Sel surya merupakan sebuah teknologi ramah lingkungan yang diharapkan dapat mengatasi permasalahan akan kebutuhan energi listrik di Indonesia.

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 Cell*, DSSC) merupakan salah satu generasi sel surya yang telah mendapatkan perhatian dunia sejak tahun 1991. DSSC merupakan perangkat sel surya yang sangat menarik karena beberapa keunggulan.^[4] Keunggulan yang dimiliki oleh DSSC diantaranya adalah biaya produksi yang rendah dan memiliki efisiensi yang tinggi. Saat ini, sel surya tersensitasi zat warna merupakan sel surya yang paling efisien dan paling stabil.^[5]

Dalam perkembangannya, sel surya mengalami banyak perubahan untuk mendapatkan sel surya dengan *performance* yang lebih baik. Generasi pertama dari sel surya adalah sel surya yang menggunakan bahan silikon (Si). Pada sel surya yang menggunakan silikon, efisiensi yang dihasilkan sel surya tersebut berkisar 20%. Kelemahan dari sel surya generasi pertama ini adalah bahan silikon yang digunakan relatif sulit untuk didapatkan, sehingga produksi sel surya generasi pertama tidak ekonomis karena ketersediaan silikon di alam relatif sedikit. Pada sel surya generasi kedua, digunakan polimer semikonduktor. Pada sel surya generasi kedua ini menggunakan perhitungan numerik yang rumit dengan menggunakan program SCAPS, dimana program ini merupakan program yang sama dalam proses karakterisasi sel surya dengan CdTe dan CIGS sebagai bahan dasarnya.^[6] Kelemahan dari sel surya generasi kedua ini adalah proses produksinya memerlukan teknologi yang relatif canggih dan biaya produksi yang relatif tinggi.

Untuk mengatasi kelemahan pada sel surya generasi pertama dan kedua, maka dikembangkan DSSC yang memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan sel surya generasi pertama dan generasi kedua. DSSC

merupakan sel surya generasi ketiga, pengembangan dari sel surya generasi pertama dan generasi kedua yang mana menggunakan bahan-bahan utama yang relatif sulit didapatkan dan proses produksinya relatif kurang ekonomis. Kinerja DSSC dipengaruhi oleh sifat dari sintesizer yang digunakan, seperti spektrum absorpsi, dan sifat redoks. Kelebihan dari DSSC dibandingkan kedua sel surya yang dikembangkan sebelumnya adalah *cost performance* yang lebih baik. Kelemahan yang dimiliki oleh DSSC pada saat ini adalah efisiensi yang lebih kecil dibandingkan sel surya generasi pertama dan generasi kedua. Efisiensi yang kecil ini, salah satunya disebabkan oleh zat warna *sensitizer* yang digunakan, yang mana masih harus dicari zat warna *sensitizer* yang lebih baik.

Studi komputasi dapat digunakan untuk memprediksi struktur dan sifat suatu sistem kimia dengan relatif cepat. Keunggulan dari metode ini dapat memprediksikan sifat molekul yang kompleks dengan hasil perhitungan yang dapat dikorelasikan dengan hasil eksperimen. Selain itu, studi komputasi dapat menghemat biaya, sebab hasil eksperimen dapat diramalkan sebelum eksperimen dimulai sehingga dapat meminimalisir kegagalan saat eksperimen dilakukan.^[1] Dengan keunggulan studi komputasi, diharapkan *output* yang dihasilkan dari penelitian ini merupakan *output* dengan performa yang relatif lebih baik.

Creutz *et al* berhasil mengkarakterisasi ikatan turunan katekol (4-metil katekol, 4-t-butil katekol, dan dopamin) ke TiO₂ berukuran 1 nm dan 4,7 nm menggunakan Spektroskopi UV-Vis.^[7] Namun, dalam penelitian tersebut tidak dijelaskan secara detail mengenai sifat elektronik dari molekul-molekul tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan studi komputasi untuk mempelajari sifat elektronik senyawa dopamin, dan metil katekol, serta senyawa organik dopamin dan metil katekol yang terabsorpsi pada permukaan TiO₂ *cluster*. Diharapkan hasil studi komputasi yang akan dilakukan pada penelitian ini dapat melengkapi hasil penelitian Creutz *et al* yang tidak dapat dijelaskan secara eksperimen.

1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Bagaimana menghitung perbedaan pita energi HOMO/LUMO, dan sifat elektronik berupa spektrum serapan UV-Vis dari senyawa organik dopamin, metil

katekol, serta senyawa zat warna organik dopamin dan metil katekol yang terabsorpsi pada senyawa TiO_2 cluster?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *Density Functional Theory* (DFT), dan metode *Time Dependent Density Functional Theory* (TDDFT). Perhitungan pada studi komputasi ini dihitung dengan menggunakan perangkat lunak Firefly, dan Gaussian 03. Kemudian *output* yang dihasilkan dianalisis lebih lanjut. Hasil studi komputasi ini diharapkan dapat melengkapi hasil eksperimen Creutz *et al* dengan hasil yang dapat dikorelasikan dengan hasil eksperimen. Kajian pada penelitian ini terbatas pada senyawa organik dopamin dan metil katekol, serta senyawa organik dopamin dan metil katekol yang terabsorpsi pada senyawa TiO_2 cluster.

Pada penelitian ini, prediksi sifat-sifat dari senyawa organik dopamin dan metil katekol, serta senyawa organik dopamin dan metil katekol yang terabsorpsi pada senyawa TiO_2 cluster dibatasi pada perbedaan pita energi HOMO/LUMO, dan sifat elektronik berupa spektrum serapan UV-Vis.

1.4 Tujuan Penelitian

Untuk menentukan perbedaan pita energi HOMO/LUMO, dan sifat elektronik berupa spektrum serapan UV-Vis dari senyawa zat warna organik dopamin dan metil katekol, serta senyawa zat warna organik dopamin dan metil katekol yang terabsorpsi pada senyawa TiO_2 cluster sehingga dapat melengkapi penelitian Creutz *et al* yang tidak dapat dijelaskan secara eksperimen.



UIN

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN GUNUNG DJATI
BANDUNG