

PERANAN ZAT PENGATUR TUMBUH DALAM MIKROPROPAGASI TANAMAN MELON (*Cucumis melo* Linn.)

Sariwulan Diana

A B S T R A K

Melon (*Cucumis melo* Linn.) merupakan salah satu tanaman familia Cucurbitaceae yang kemungkinan besar berasal dari Afrika dan tergolong baru beredar di Indonesia. Potongan jaringan dari hipokotil mampu diinduksi untuk membentuk tunas secara langsung pada medium padat Murashige dan Skoog, dengan penambahan zat pengatur tumbuh Indoleacetic Acid (IAA) dikombinasikan dengan berbagai konsentrasi Kinetin. Medium yang paling cocok untuk pembentukan tunas adalah medium dengan perbandingan molar Kinetin terhadap IAA 225 kali (Kinetin $5,6 \times 10^{-5}$ M; IAA $2,5 \times 10^{-7}$ M). Medium yang paling cocok untuk pertumbuhan tunas adalah medium dengan perbandingan molar Kinetin terhadap IAA 100 kali (Kinetin $2,5 \times 10^{-5}$ M; IAA $2,5 \times 10^{-7}$ M). Akar terbentuk pada medium yang mengandung zat pengatur tumbuh Indolebutyric Acid (IBA).

ABSTRACT

Melon is one of the members of Cucurbitaceae originated from Africa, and is still retributed in Indonesia. By adding combination of Indoleacetic Acid (IAA) with various concentration of Kinetin, to small piece of tissue taken from hypocotyle, buds was formed directly in Murashige and Skoog solid media. The best medium for bud forming was of 225 molar of Kinetin to molar of IAA comparison (Kinetin $5,6 \times 10^{-5}$ M; IAA $2,5 \times 10^{-7}$ M). The medium for bud growth was of 100 molar of Kinetin to molar of IAA combination (Kinetin $2,5 \times 10^{-5}$ M; IAA $2,5 \times 10^{-7}$ M). Root was formed in the medium with Indolebutyric Acid (IBA).

I PENDAHULUAN

Menurut Koblitz (1965, dalam Noerhadi, 1974) kultur jaringan didefinisikan sebagai suatu kultur yang terdiri dari potongan jaringan yang dipisahkan dari lingkungan alamnya dan ditanam pada medium buatan secara steril, dimana potongan jaringan ini mampu mengadakan pembelahan sel dan pertambahan plasma. Proses proliferasi ini akhirnya membentuk massa sel yang tidak terdiferensiasi dan tidak terorganisasi yang disebut kalus. Tetapi sekarang umumnya telah disetujui bahwa istilah kultur jaringan secara luas menyatakan kultivasi in vitro di bawah kondisi yang aseptik dari seluruh bagian tanaman,

apakah itu berupa protoplasma, sel, jaringan ataupun organ (Mantel et al., 1985).

Ada tiga prinsip utama yang terlibat dalam kultur jaringan (Biondi dan Thorpe, 1981), yaitu :

1. pengisolasian bagian tanaman, baik berupa sel maupun jaringan atau organ dari tanaman utuh
2. melengkapi bagian tanaman tadi dengan lingkungan yang cocok dan kondisi kultur yang tepat yang harus diberikan
3. semua di atas harus dalam keadaan yang aseptik yaitu bebas dari kontaminasi.

Gamborg dan Shyluk (1981) membagi teknologi kultur jaringan ke dalam lima kelompok, berdasarkan tipe bahan yang digunakan adalah kultur kalus, kultur sel, kultur organ, kultur meristem dan kultur protoplasma.

Menurut Murashige (1974) aplikasi metoda kultur jaringan banyak digunakan dalam bidang produksi bahan obat-obatan dan bahan alami lainnya, perbaikan sifat genetis tanaman, penemuan klon-klon bebas penyakit dan pelestarian plasma nutfah serta multiplikasi klonal dari varietas yang terpilih.

Propagasi melalui teknologi *in vitro* ini ternyata memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metoda konvensional. Diantaranya adalah kecepatan dalam propagasi tanaman, sehingga Evans et al. (1981) menyebutkan bahwa metoda kultur jaringan dapat digunakan untuk memperbanyak tanaman yang berbiak sangat lambat, mengurangi waktu propagasi berbagai jenis tanaman yang dibutuhkan dalam jumlah banyak dan memperbanyak varietas yang resisten terhadap virus.

Propagasi vegetatif atau propagasi aseksual menurut Hartmann dan Kester (1978) adalah perbanyakan tanaman dari bagian vegetatif sehingga sifat-sifat yang diinginkan dari suatu tanaman akan terus dipelihara melalui klon. Klon itu sendiri didefinisikan sebagai suatu materi yang seragam secara genetik berasal dari satu individu dan diperbanyak melalui propagasi

vegetatif. Hal ini sudah diketahui dalam teori totipotensi sel.

Mikropropagasi adalah istilah populer dari propagasi klonal (Bhojwani dan Razdan, 1983) yaitu perbanyakan tanaman melalui propagasi vegetatif dalam ukuran miniatur dan kondisi yang steril (Mantell et al., 1985).

Ada beberapa alternatif dalam melakukan mikropropagasi (Mantell et al., 1985), yaitu :

1. multiplikasi meristem yang didapat dalam tunas ketiak pada medium buatan
2. multiplikasi melalui tunas apikal yang dipisahkan dari tanaman induknya
3. multiplikasi dengan menginduksi meristem adventif yang dibentuk langsung dari potongan jaringan ataupun kalus setelah proses organogenesis atau embriogenesis
4. multiplikasi kalus yang dibentuk pada organ, jaringan, sel ataupun protoplasma yang akan membentuk tanaman baru melalui organogenesis atau embriogenesis somatik. Tunas-tunas yang terbentuk ini dapat diperbanyak dengan menggunakan ketiga prinsip diatas (a, b dan c).

Zat pengatur tumbuh adalah salah satu faktor yang sangat menentukan keberhasilan kultur jaringan, begitu juga konsentrasinya merupakan faktor kritis untuk mengontrol pertumbuhan dan morfogenesis. Seperti yang ditunjukkan oleh Skoog dan Miller (1957, dalam Galston dan Davies, 1970), interaksi antara auksin dan sitokinin akan mempengaruhi pembentukan kalus dan diferensiasi jaringan pada kultur tembakau. Pada konsentrasi auksin yang tinggi dan sitokinin yang rendah (IAA 0,18 mg/ dan Kinetin 0 mg/l) akan merangsang pembentukan akar. Perbandingan auksin dan sitokinin relatif sama dalam medium (IAA 0,005 mg/l dan Kinetin 0,18 mg/l), merangsang pembentukan kalus. Konsentrasi auksin yang rendah dan sitokinin yang tinggi (IAA 0,005 mg/l dan Kinetin 1 mg/l) akan membentuk tunas. Kedua zat pengatur tumbuh ini begitu dominan

dalam kultur jaringan, walaupun zat pengatur tumbuh lainnya sering pula digunakan, misalnya gibberellin (GA 3) (Gamborg & Shyluk, 1981).

Pengadaan bibit melalui perkecambahan biji, sampai saat ini merupakan metoda konvensional penanaman melon (Trubus, 1984; Soeseno, 1985). Apabila ditanam dengan cara demikian, maka generasi-generasi berikutnya akan mengalami kemunduran sehingga hasil panen akan menurun. Karena itu harus dicari cara lain dalam mengusahakan pengadaan bibit dan metoda yang paling tepat adalah metoda nonkonvensional melalui kultur jaringan. Seperti yang telah disebutkan di muka bahwa salah satu aplikasi kultur jaringan adalah untuk memperbanyak tanaman dari varietas terpilih. Disebutkan pula bahwa zat pengatur tumbuh berpengaruh baik dalam konsentrasi maupun interaksi antara auksin dan sitokinin dalam kultur jaringan. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati peranan zat pengatur tumbuh dalam medium kultur terhadap pertumbuhan potongan jaringan hipokotil melon (*Cucumis melo*). Sebagai tujuan akhir dari penelitian ini adalah memperbanyak tanaman melon sebagai salah satu usaha untuk memperoleh bibit.

II BAHAN DAN CARA KERJA

1. Bahan Penelitian :

Eksplan yang digunakan dalam penelitian ini hipokotil kecambah melon (*Cucumis melo*) var. Hales Best. Biji melon ini didatangkan khusus dari J.E Ohlsens Enke Copenhagen, Denmark. Medium yang digunakan adalah medium Murashige dan Skoog (1962), dan zat pengatur tumbuh yang digunakan adalah golongan auksin dan sitokinin. Dari golongan auksin yang dipakai adalah Indoleacetic Acid (IAA) dan Indolebutyric Acid (IBA), sedangkan dari golongan sitokinin adalah 6-furfuryl amino purine (Kinetin).

Tabel 1. Susunan konsentrasi dan perbandingan molar Kinetin terhadap IAA dalam medium induksi pembentukan tunas.

Kinetin	IAA $2,5 \times 10^{-7}$ M
$2,5 \times 10^{-5}$ M	100
$5,0 \times 10^{-5}$ M	200
$5,6 \times 10^{-5}$ M	225
$6,25 \times 10^{-5}$ M	250

2. Cara Kerja :

1) Sterilisasi :

Semua alat yang digunakan disterilisasi dahulu termasuk botol-botol, cawan petri, skalpel dan pinset. Untuk perkecambahan dan untuk medium kultur, semua botol yang sudah steril diisi medium dan kemudian disterilisasi kembali dalam otoklaf selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 15lb/in^2 .

Untuk memperoleh kecambah yang aseptik, biji-biji melon direndam dalam larutan HgCl_2 0,2 % selama 10 menit, kemudian direndam dalam larutan clorox 50 % selama 5 menit lalu dibilas 2 sampai 3 kali dengan akuades steril. Akhirnya ditanam dalam botol perkecambahan.

2) Penanaman Eksplan :

Setelah kecambah berumur 5 sampai 7 hari, bagian hipokotilnya dipotong sepanjang 0,7 cm dan ditanam pada medium padat Murashige dan Skoog (1962). Ke dalam medium induksi pembentukan tunas ini ditambahkan zat pengatur tumbuh IAA sebanyak $2,5 \times 10^{-7}$ M dikombinasikan dengan berbagai konsentrasi Kinetin dari $2,5 \times 10^{-5}$ M sampai $6,25 \times 10^{-5}$ M.

Tunas-tunas yang terbentuk pada medium induksi di atas kemudian disubkultur

pada medium yang sama tanpa zat pengatur tumbuh untuk perpanjangan tunas.

Baik tunas apikal maupun tunas ketiak yang terbentuk pada medium pemanjangan tunas ditanam kembali pada medium yang mengandung berbagai zat pengatur tumbuh IBA.

Baik penanaman eksplan hipokotil maupun subkultur dari tunas-tunas yang terbentuk serta sterilisasi biji, dilakukan dalam kotak pemindah beraliran udara.

3) Kondisi Ruang Kultur :

Semua kecambah dan semua kultur ditempatkan di dalam ruang kultur yang bersih pada temperatur kamar dan diberi cahaya sebesar 1000 lux secara terus-menerus.

4) Pengamatan :

Yang terutama diamati dalam penelitian ini adalah pembentuk dan pertumbuhan tunas dari potongan jaringan hipokotil yang ditanam pada medium dengan berbagai konsentrasi IAA dan Kinetin. Juga respons dari tunas apikal dan tunas ketiak yang terbentuk pada medium pemanjangan tunas, terhadap medium dengan berbagai konsentrasi IBA yang diberikan.

Seluruh pengamatan dilakukan secara visual dalam waktu 3 minggu setelah pengamatan.

III HASIL PENGAMATAN DAN DISKUSI

1. Pembentukan Tunas :

Dari hasil pengamatan kultur hipokotil pada medium Murashige dan Skoog (1962) dengan pemberian IAA $2,5 \times 10^{-7}$ M dan berbagai konsentrasi kinetin, tampak bahwa dari berbagai perbandingan konsentrasi Kinetin terhadap IAA memberi pengaruh terhadap pembentukan tunas.

Tabel 2. Hasil pembentukan dan pertumbuhan tunas yang terbentuk pada medium dengan berbagai perbandingan molar Kinetin terhadap IAA, pada umur eksplan 3 minggu.

Perb. Molar Kin/IAA	Jlh tunas perbotol	Tinggi tiap tunas (cm)
100	4 - 6	0,6 - 2,1
200	7 - 11	0,6 - 0,8
225	14 - 20	0,3 - 0,4
250	2 - 4	0,1 - 0,2

Dari hasil studi Skoog dan Miller (1957) disebutkan tentang pengaruh interaksi auksin dengan sitokinin pada pertumbuhan empulur tembakau dalam kultur jaringan (Devlin, 1969). Mungkin dari hasil itulah diketahui aksi Kinetin bila ditambahkan bersama auksin, bahwa selain dapat merangsang pembelahan sel juga mempengaruhi fenomena morfogenetik. Bahkan menurut Galston dan Davies (1970) perbandingan molar yang tinggi dari Kinetin terhadap auksin mengarah ke pembentukan tunas. Ternyata dengan naiknya perbandingan molar Kinetin terhadap IAA makin banyak tunas yang terbentuk. Tetapi bagaimanapun penambahan zat pengatur tumbuh ke dalam medium kultur selalu berinteraksi dengan zat pengatur tumbuh endogen, menghasilkan suatu respons tertentu. Pada medium yang mengandung perbandingan Kinetin dengan IAA 100 kali jumlah tunas yang terbentuk sekitar 4 sampai 6 buah tiap botol. Pada medium dengan perbandingan Kinetin terhadap IAA 200 kali terbentuk 7 sampai 11 tunas setiap botol. Sedangkan pada medium yang perbandingan Kinetin dengan IAA 225 kali, jumlah tunas yang terbentuk sekitar 14 sampai 20 tunas. Tetapi pada medium dengan kandungan Kinetin yang lebih tinggi baik jumlah tunas yang terbentuk maupun pertumbuhannya justru terhambat. Dari hal-hal di atas dapat dikatakan bahwa baik interaksi antara Kinetin dengan IAA yang diberikan maupun interaksi

antara zat pengatur tumbuh yang diberikan dengan zat pengatur tumbuh endogen, akan menghasilkan pertumbuhan tunas. Medium yang paling baik untuk pembentukan tunas adalah medium dengan perbandingan molar Kinetin terhadap IAA sebanyak 225 kali. Tetapi apabila perbandingan molar Kinetin terhadap IAA lebih tinggi lagi tentu interaksinya akan berubah pula, sehingga tidak efektif untuk pembentukan tunas.

2. Pertumbuhan Tunas :

Selain pembentukan tunas, juga pertumbuhan tunas diamati. Pada medium dengan perbandingan molar Kinetin terhadap IAA 100 kali, tinggi tunas yang terbentuk berkisar antara 0,6 cm sampai 2,1 cm. Tinggi tunas yang terbentuk pada medium dengan perbandingan molar Kinetin terhadap IAA 200 kali adalah sekitar 0,6 cm sampai 0,8 cm. Sedangkan pada perbandingan molar Kinetin terhadap IAA yang lebih tinggi menjadi sekitar 0,3 cm sampai 0,4 cm. Untuk perbandingan molar Kinetin terhadap IAA yang lebih tinggi lagi pertumbuhan tunas terhambat.

Seperti juga pada sistem pemanjangan sel pada koleoptil gandum dan pertumbuhan memanjang kacang polong, Kinetin cenderung untuk menghambat pertumbuhan ke arah longitudinal yang distimulasi oleh auksin dan merangsang pertumbuhan transversal (Galston & Davies, 1970). Begitu pula menurut Krishnamoorthy (1981) yang mengatakan bahwa aplikasi sitokinin menghambat pertumbuhan longitudinal dari batang dan akar tetapi menambah diameter organ-organ tersebut. Jadi dengan meningkatnya konsentrasi Kinetin yang diberikan pada medium, tunas-tunas yang terbentuk makin pendek karena pemanjangan sel ke arah longitudinal makin dihambat.

3. Perpanjangan Tunas :

Perpanjangan tunas ternyata dapat dirangsang pada medium tanpa zat pengatur tumbuh. Tunas yang ditanam pada medium ini tingginya ada yang sampai 7 cm dan dari satu tunas dapat menghasilkan 4 tunas ketiak.

inipun merupakan sumber bahan untuk memperbanyak tunas.

4. Perbanyak Tunas dan Perakaran :

Baik dari tiap tunas apikal maupun dari tunas ketiak yang terbentuk pada medium perpanjangan tunas, masing-masing disubkultur pada medium dengan berbagai konsentrasi zat pengatur tumbuh IBA.

Tabel 3. Hasil perbanyak tunas dan perakaran yang terbentuk pada medium yang mengandung berbagai konsentrasi IBA.

IBA (M)	Jumlah tunas perbotol	Perakaran
5×10^{-7}	10 - 21	-
10^{-6}	8 - 14	-
5×10^{-6}	3 - 8	-
10^{-5}	2 - 5	-
5×10^{-5}	1 - 2	-

Pada medium yang mengandung IBA 5×10^{-7} M, jumlah tunas yang terbentuk ada yang sampai mencapai 21, tunas dalam satu botol. Makin tinggi konsentrasi IBA yang ditambahkan dalam medium makin berkurang jumlah tunas yang terbentuk. Pada medium yang mengandung IBA dengan konsentrasi berturut-turut 10^{-6} M, 5×10^{-6} M, 10^{-5} M dan 5×10^{-5} M, jumlah maksimal tunas yang terbentuk masing-masing 14, 8, 5 dan 2 tunas. Perbedaan pertumbuhan tunas itu sendiri tidak begitu mencolok dari satu variasi konsentrasi IBA dengan konsentrasi IBA lainnya, kecuali pada medium dengan konsentrasi IBA 5×10^{-5} M. Pada medium ini selain tidak menginduksi perbanyak tunas, juga dapat menekan pertumbuhan tunas.

Bahwa terjadinya perbanyak tunas pada medium yang hanya mengandung zat pengatur tumbuh IBA ini, kemungkinan disebabkan oleh penyerapan Kinetin yang tinggi pada jaringan dari medium inokulasi awal yaitu medium untuk menginduksi pembentukan tunas. Oleh karena itu tunas-tunas tersebut masih mampu untuk

mengadakan perbanyakkan tunas pada medium yang hanya mengandung IBA saja.

Dengan makin meningkatnya konsentrasi IBA yang diberikan ke dalam medium, maka interaksinya dengan zat pengatur tumbuh endogen (mungkin meliputi Kinetin yang terserap dari medium inokulasi awal) akan mengarah hanya ke pembentukan kalus saja. Karena itu mungkin cenderung berkurang kemampuannya dalam multiplikasi tunas, seperti apa yang terjadi pada medium yang mengandung IBA sebanyak 5×10^{-5} M.

Zat pengatur tumbuh IBA itu sendiri sering digunakan terutama untuk merangsang pembentukan akar (Shehata et al., 1974; Tran Thanh Van et al., 1974; Halder dan Gadgil, 1981; Hussey, 1981). Dari hasil pengamatan, ternyata akar mampu dibentuk hanya pada medium yang mengandung IBA 10^{-5} M. Akar tidak terbentuk pada medium yang mengandung IBA 5×10^{-5} M, 10^{-6} M, 5×10^{-6} M dan 5×10^{-5} M. Pembentukan akar ini mungkin ada hubungannya dengan perbanyakkan tunas yang terbentuk. Pada medium yang mengandung IBA 5×10^{-7} M, 10^{-6} M dan 5×10^{-6} M tunas yang terbentuk relatif lebih banyak daripada tunas yang terbentuk pada medium yang berkonsentrasi 10^{-5} M. Dan mungkin pada medium dengan konsentrasi IBA lebih kecil dari 10^{-5} M, interaksinya dengan zat pengatur tumbuh endogen belum mampu untuk merangsang pembentukan akar. Sedangkan pada konsentrasi IBA 5×10^{-5} M, pembentukan akar sudah dihambat.

IV RINGKASAN

Kultur hipokotil dari kecambah Cucumis melo Linn. varietas Halest Best yang ditanam pada medium padat Murashige dan Skoog (1962) dengan penambahan zat pengatur tumbuh IAA dan berbagai konsentrasi Kinetin yang tinggi, ternyata mampu menginduksi pembentukan tunas secara langsung.

Jumlah tunas yang terbentuk ini, relatif meningkat dengan naiknya perbandingan molar Kinetin terhadap IAA. Dari sekian medium dengan berbagai variasi perbandingan molar Kinetin terhadap IAA, yang paling cocok untuk pembentukan tunas adalah medium dengan perbandingan molar Kinetin terhadap IAA sebanyak 225 kali. Sedangkan medium yang paling baik untuk pertumbuhan tunas adalah medium dengan perbandingan molar Kinetin terhadap IAA sebanyak 100 kali.

Dari tiap tunas yang terbentuk, apabila disubkultur pada medium dengan zat pengatur tumbuh IBA ternyata menghasilkan tunas. Di lain pihak IBA mampu pula membentuk akar. Medium yang paling banyak memberi respons terhadap perbanyakkan tunas adalah medium yang mengandung IBA sebanyak 5×10^{-7} M. Makin tinggi konsentrasi IBA yang ditambahkan dalam medium, makin berkurang pula tunas yang dibentuk. Perakaran terjadi hanya pada medium yang mengandung zat pengatur tumbuh IBA 10^{-6} M.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhojwani, S.S. dan M.K. Razdan. 1983. *Plant Tissue Culture Theory and Practice*. New York, Elsevier
- Biondi, S. dan T.A. Thorpe. 1981. *Plant Tissue Culture - Methods and Application in Agriculture*. New York, Academic Press
- Devlin, R.M. 1969. *Plant Physiology*. 2 nd ed. New York, Van Nostrand Reinhold Company
- Evans, D.A., W.R. Sharp dan C.E. Flick. 1981. *Growth and Behavior of Cell Cultures : Embryogenesis and Organogenesis*. Dalam *Plant Tissue Culture Methods and Application in Agriculture*. Ed : T.A. Thorpe. New York, Academic Press
- Galston, W.A. dan P.J. Davies. 1970. *Control*

- Mechanisms in Plant Development.* Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey.
- Gamborg, O.L. dan J.P. Shyluk. 1981. *Nutrition, Media and Characteristics of Plant Cell and Tissue Cultures.* Dalam *Plant Tissue Culture - Methods and Applications in Agriculture.* Ed. : T.A. Thorpe. Academic Press. New York.
- Halder, T. dan V.N. Gadgil. 1981. *Morphogenesis in Some Plant Species of The Family Cucurbitaceae.* Proc. Costed. Symp. on *Tissue Culture of Economically Important Plants.* Ed. : A.N. Rao. Singapore. 96 - 103.
- Hartmann, H.T. dan D.E. Kester. 1978. *Plant Propagation Principles and Practices.* 3rd ed. Prentice Hall of India Private Limited. New Delhi.
- Hussey, G. 1983. *In Vitro Propagation of Horticultural and Agricultural Crops.* Dalam *Plant Biotechnology.* Ed.: S.H. Mantell dan H. Smith. University Press. New York.
- Krishnamoorthy, H.N. 1981. *Plant Growth Substances.* Tata McGraw - Hill Publishing Company Limited. New Delhi.
- Mantell, S.H., J.A. Matthews dan R.A. McKee. 1985. *Principles of Plant Biotechnology.* Scientific Publications. Oxford.
- Murashige, T. 1974. *Plant Propagation Through Tissue Culture.* Ann. Rev. Plant Physiol. 25 : 135 - 166.
- Nurhadi, E. 1974. *Kultur Jaringan Tumbuhan Sebagai Bahan Penyelidikan dan Potensinya di dalam Pembangunan Negara.* Pidato Penerimaan Jabatan Guru Besar Ilmu Botani pada Institut Teknologi Bandung. Penerbit Universitas ITB. Bandung.
- Shehata, M.A., D.W. Davis dan P.E. Read. 1974. *Vegetatif Propagation of Cucumbers.* Hort Science. Vol 9 (6) : 575 -576.
- Siswoputranto, L. 1985. *Teknologi canggih Pembibitan Hortikultura.* dalam *Pikiran Rakyat.* 27 Desember 1985.
- Soeseno, S. 1985. *Melon Sebagai Gentong Air.* Dalam *Intisari XXI* p73 (259) : 139 - 144.
- Tran Tranh Van, M., Nguyen Thi Den dan Averil Chyah. 1974. *Regulation of Organogenesis in Small Explants of Superficial Tissue of Nicotiana tabacum L. Planta (Berl.)* 119 : 149 - 159
- _____, *Melon Si Manis yang Manja. Trubus.* Mei 1984 No. 174. Tahun XV : 294 - 295.

sambungan halaman 43 (krips)

pendidikan fisika dan cara penyajian fisika di sekolah sangat kelaki-lakian. Bukti untuk pendapat ini adalah bahwa wanita yang menerima fisika dari guru perempuan secara statistik memilih fisika lebih sering. Menurut mereka orang fisika harus menyadarkan tentang aspek-aspek jenis kelamin dalam pendidikan fisika.

KESIMPULAN DAN SARAN

Ini beberapa (mungkin tidak lengkap) jawaban masalah kita. Apa yang dapat dilakukan untuk menyembuhkan penyakit tersebut? Apakah obatnya? Kadang-kadang kita berputus asa. Dalam lapangan internasional banyak projek dilakukan untuk mengobatinya, tapi semuanya gagal. Siapa bersedia untuk memberi penyelesaian?

Yang penting adalah, bahwa kita menyadari masalah itu dan tidak menerimanya sebagai sesuatu yang wajar. Tiap jawaban di atas sedikit benar, tidak ada yang lengkap. Kita sudah menang banyak kalau kita menyadari diri tentang masalah dan bertekad untuk memperbaikinya.

Ada masalah dan kita tidak bisa menjauhkan diri darinya. Masyarakat dunia memerlukan lebih banyak orang yang berpikir dengan fisika.

Penerapan Konsep Partikel Dalam Kotak-Potensial Satu Dimensi

Zainal

ABSTRACT

One of the application of Schrodinger equation is concerned with the particles in a box. A one dimensional box with infinite potential walls constitute the simplest type. The solution to this problem,

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}$$

is useful for explaining molecules with free electrons such as the conjugated polyenes. Accordingly the wavelength of these molecule can be calculated.

ABSTRAK

Salah satu penerapan persamaan Schrodinger membahas penyelesaian masalah partikel dalam kotak. Contoh paling sederhana adalah kotak satu dimensi dengan sumur potensial tak

berhingga. Pemecahan terhadap permasalahan tersebut .

menghasilkan
$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}$$

berguna untuk menjelaskan molekul dengan elektron bebas seperti poliena terkonjugasi. Panjang gelombang molekul-molekul tersebut dengan demikian dapat dihitung.

I Pendahuluan

Konsep partikel dalam kotak merupakan sub-pokok bahasan yang diajarkan di dalam mata kuliah Fisika Modern dan ikatan kimia bagi mahasiswa S-1 Jurusan Fisika dan Kimia.

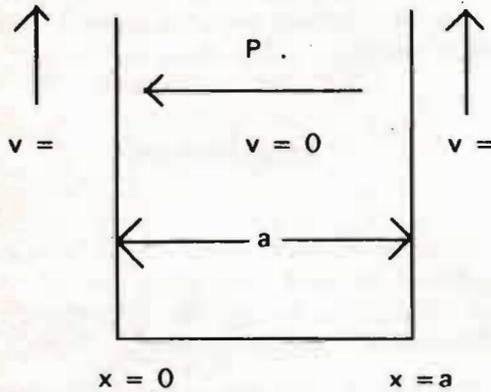
Pendalaman konsep tersebut terasa masih kurang bagi mahasiswa maupun dosen padahal aplikasi konsep tersebut cukup luas. Penulis menganggap perlu para mahasiswa dan dosen mendalami konsep ini, dengan demikian mata kuliah matematika sungguh dapat dite-rapkan dan dirasakan manfaatnya. Kali ini dipilih judul di atas untuk di bahas.

II Bahasan

Secara fisika suatu partikel yang ditempatkan dalam kotak potensial dengan dinding tak terhingga (∞) tingginya, tidak dapat keluar dari kotak tersebut. Energi E berapapun ($E < \infty$) yang diberikan pada partikel tersebut tidak cukup besar untuk dipergunakan dalam mengatasi dinding potensial. Secara skematis untuk kasus satu dimensi keadaanya dapat digambarkan dengan sketsa dalam gambar 1.

Andaikan bahwa ada satu partikel P dengan E dalam kotak potensial tersebut, maka secara klasik diketahui bahwa partikel itu akan bergerak dari kiri ke kanan dan

kemudian dalam arah sebaliknya. Partikel tak dapat menembus kedua dinding kotak dan partikel tidak kehilangan sebagian energinya bila ia bertumbukan dengan dinding. Dengan kata lain energi total partikel tetap dan kemungkinan untuk menemukan partikel (ψ^2) di luar kotak adalah nol.



Gambar 1 Kotak satu dimensi untuk sumur potensial tak terhingga

Karena $\psi^2 = 0$, maka ψ akan = 0 untuk $0 > x > a$. Persamaan Schrodinger satu dimensi dapat diterapkan dalam kasus ini. Persamaan tersebut adalah :

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2} [E - V]\psi = 0 \quad (1)$$

Di dalam kotak potensial $V = 0$ maka persamaan (1) dapat di ubah menjadi :

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{8\pi^2m}{h^2} E\psi = 0 \quad (2)$$

Penyelesaian persamaan (2) secara matematika akan menghasilkan persamaan (3)

$$\psi = A \sin \left[\frac{8\pi^2m E}{h^2} \right]^{1/2} x + \cos \left[\frac{8\pi^2m E}{h^2} \right]^{1/2} x \quad (3)$$

Syarat utama yang harus dipenuhi yaitu mencegah diskontinuitas pada $x = 0$ dan $x = a$

Untuk memenuhi hal tersebut dalam persamaan (3) harus berharga nol baik pada $x = 0$ maupun $x = a$. Untuk $x = 0$, persamaan (3) akan dapat diubah menjadi :

$$\psi = A \sin \left[\frac{8\pi^2m E}{h^2} \right]^{1/2} x \quad (4)$$

Untuk $x = a$, persamaan (4) dapat diubah lagi menjadi :

$$\psi = A \sin \left[\frac{8\pi^2m E}{h^2} \right]^{1/2} a = 0$$

Karena $A \neq 0$, maka $\sin \left[\frac{8\pi^2m E}{h^2} \right]^{1/2} a$, harus sama dengan nol,

ini hanya akan dipenuhi bila $\sin \left[\frac{8\pi^2m E}{h^2} \right]^{1/2} a = n\pi$ di mana $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

Dari hubungan ini diperoleh harga eigen E_n dan fungsi eigen ψ_n :

$$E_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2} \quad \text{dan} \quad \psi_n = A \sin \frac{n\pi}{a} x$$

Nilai A dapat diperoleh secara normalisasi yaitu bila $\int \psi_n^2 dx = 1$. Jika diselesaikan secara matematika diperoleh $A = \sqrt{2/a}$.

Jadi fungsi gelombang yang telah dinormalisasi berbentuk

$$\psi_n = \sqrt{2/a} \sin \left[\frac{n\pi x}{a} \right]$$

Makna fisik dari persamaan $E_n = \frac{n^2 h^2}{8ma^2}$ menunjukkan adanya berbagai tingkat energi yang terkuantisasi yang berharga tertentu. Jadi dikenal E_1, E_2, E_3, \dots dst.

ΔE dapat diperoleh dari hubungan :

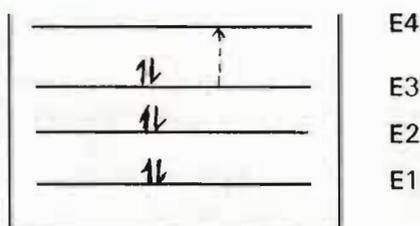
$$\Delta E = E_{n+1} - E_n = \frac{(n+1)^2 h^2}{8ma^2} - \frac{n^2 h^2}{8ma^2} = \frac{(2n+1)^2}{8ma^2}$$

ΔE akan kecil dan tingkat energi dapat saling berimpit (sifat kontinuitas) bila m besar, ini sesuai dengan tinjauan mekanika klasik. Hal serupa akan terjadi bila a diperbesar. Untuk partikel elektron yang memiliki nilai m kecil, maka ΔE cukup besar dan tingkat energi tidak saling berimpit (sifat diskontinuitas). Di sini jelas terlihat bahwa pendekatan secara kuantum dapat menerangkan sifat kontinuitas, maupun diskontinuitas, sedangkan secara mekanika klasik hanya dapat menerangkan sifat kontinuitas.

III Penerapan

Molekul berikatan rangkap terkonjugasi heksatriena dapat dijadikan model permasalahan. Molekul ini memiliki 3 buah ikatan rangkap yang mengandung 6 buah elektron π . Diasumsikan elektron akan terdelokalisasi dan bergerak sepanjang molekul tapi tak keluar dari molekul tersebut. Repulsi elektron dalam kasus ini diabaikan. Panjang molekul dapat dianggap sebagai lebar kotak a . Keenam elektron π akan mengisi tingkat-tingkat energi, setiap tingkat sebanyak 1 pasang elektron sesuai aturan Pauli. Hal ini dapat dilihat dalam gambar 2.

Energi kuantum radiasi yang diserap



Gambar 2 Transisi energi terendah (garis putus-putus) terjadi bila elektron tereksitasi dari $n=3$ ke $n=4$

Energi kuantum yang diserap ada transisi dari $n=3$ ke $n=4$, dapat dihitung lewat persamaan :

$$h \nu = h \frac{c}{\lambda} = E_4 - E_3 = \frac{h^2}{8ma^2} (4^2 - 3^2) \quad (5)$$

Bila panjang ikatan C = C 1,33 Å, panjang ikatan C - C 1,54 Å dan C - H 0,115 Å maka panjang molekul $a = 7,3$ Å. m adalah massa elektron, h konstanta Planck dan C kecepatan cahaya.

Bila dihitung dari persamaan (5) diperoleh $\lambda = 2507$ Å. Harga tersebut berdekatan dengan hasil eksperimen/pengamatan ($\lambda = 2580$ Å).

Cara ini telah dilakukan dengan hasil baik oleh H. Kuhn terhadap deret senyawa α, ω -difeniloliena Ph (-CH=CH-) $_n$ Ph.

Hasil penelitian Kuhn dipaparkan dalam tabel berikut.

Tabel prediksi λ maksimum molekul α, ω -difeniloliena, Ph-(CH=CH) $_n$ -Ph.

n	nm	
	pengamatan	hitungan
1	306	310
2	334	334
3	358	358
4	384	380
5	403	400
6	420	420
7	435	438

Dari tabel di atas terlihat bahwa bila n membesar (ikatan rangkap bertambah) maka λ membesar pula. Ini membuktikan terjadinya pergeseran merah (redshift) atau efek bathokromik, yaitu suatu pergeseran ke arah frekuensi

bersambung ke halaman 58