

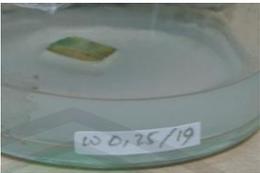
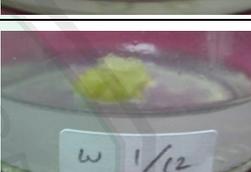
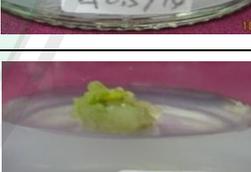
BAB IV

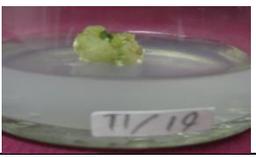
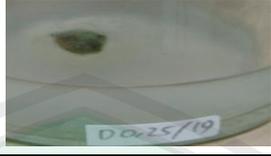
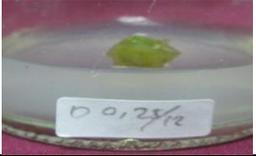
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Pertumbuhan Beberapa Kalus Varietas Kedelai Pada Media MS Dengan Penambahan ZPT 2,4-D (*Dichlorophenoxyacetic Acid*)

Pembentukan kalus dari kotiledon kedelai pada awalnya terjadi pada bagian permukaan kotiledon yang dipotong kemudian mengalami pertumbuhan hingga menutupi seluruh permukaan eksplan. Eksplan kotiledon yang ditumbuhkan pada media induksi kalus mulai memperlihatkan respon pertumbuhan pada minggu kedua. Kalus muncul dibagian tepi eksplan yang dilukai dan kalus yang terbentuk memiliki tekstur remah (*friable*), antara satu dengan yang lain dapat dipisahkan. Tektur kalus yang semakin remah (*friable*) mengalami pembelahan sel yang cepat. Sedangkan untuk warna kalus kedelai dari tiap varietas awalnya putih kemudian menjadi putih kekuningan.

Gambar 4.1 Morfologi kalus beberapa varietas kedelai pada awal pertumbuhan dan akhir pertumbuhan

| Varietas | Kosentrasi | Hari Ke-1 | Hari Ke-21 |
|---------------|------------|---|---|
| Wilis | 0,25 |  |  |
| | 0,5 |  |  |
| | 1 |  |  |
| Anjasmo ro | 0,25 |  |  |
| | 0,5 |  |  |
| | 1 |  |  |
| Tidar | 0,25 |  |  |
| | 0,5 |  |  |

| | | | |
|-------|------|--|--|
| | 1 |  |  |
| Detam | 0,25 |  |  |
| | 0,5 |  |  |
| | 1 |  |  |

Eksplan yang ditanam pada media MS dengan penambahan ZPT 2,4-D (*Dichlorophenoxyacetic Acid*), selnya mengalami dediferensiasi yang terbentuk dari bagian sel yang dilukai dan kemudian menyebar hingga ke sebagian besar eksplan. Kalus terbentuk karena dipacu oleh 2,4-D (*Dichlorophenoxyacetic Acid*) dari golongan auksin. Pembentukan kalus pada ujung eksplan menurut Krisnamoorthy (1981) dalam Astutik (2007) diawali dengan membesarnya sel-sel epidermis bagian atas kemudian sel-sel tersebut membelah menjadi dua. Ketika tanaman dilukai maka kalus akan terbentuk akibat selnya mengalami kerusakan dan terjadi outolisis (pemecahan), dan dari sel yang rusak tersebut dihasilkan senyawa-senyawa yang merangsang pembelahan sel di lapisan berikutnya sehingga terbentuk gumpalan sel-sel yang terdeferensiasi. Sedangkan untuk pembentukan kalus tidak terlepas dari pembelahan, pembesaran

dan perpanjangan sel, dimana 2,4-D (*Dichlorophenoxyacetic Acid*) merupakan auksin yang berperan dalam pembelahan, pembesaran dan pemanjangan sel sebagai akibat dari air dan ion-ion organik dan molekul anorganik masuk ke dalam sel. Menurut Mandang (2006) dalam Widiarti (2009) adanya proses pembelahan dan pembesaran sel secara terus menerus menyebabkan jumlah dan besar sel bertambah sehingga berat kalus meningkat pula. Hal ini tidak terlepas dari fungsi gula sebagai sumber energi yang berperan penting dalam kultur jaringan yang belum mampu melakukan fotosintesis untuk menghasilkan gula yang dibutuhkan untuk pertumbuhan eksplan.

ZPT 2,4-D merupakan senyawa yang dapat mempengaruhi proses pertumbuhan dan morfogenesis dalam kultur jaringan. Dimana 2,4-D merupakan hormon jenis auksin yang dapat menginisiasi sel untuk tumbuh. Menurut Widiarti (2009), auksin dapat menginisiasi pengenduran dinding sel yang selanjutnya memacu protein tertentu yang ada di membran plasma sel ion H^+ ke dinding sel. Ion H^+ mengaktifkan enzim tertentu sehingga memutuskan beberapa ikatan silang hydrogen rantai molekul selulosa penyusun dinding sel. Sel tumbuh terus akibat air yang masuk secara osmosis.

Tekstur kalus tergantung pada jaringan, umur dan kondisi pertumbuhan. Morfologi dan warna kalus biasanya bergantung dari jenis dan sumber eksplan, dimana ada yang bersifat remah dan padat atau kompak. Sedangkan warna kalus mengikuti warna jenis sumber eksplan. Selain itu juga banyak hal yang mempengaruhi morfologi dan pertumbuhan kalus diantaranya adalah sumber eksplan, komposisi medium kultur seperti zat pengatur tumbuh, kondisi

pertumbuhan seperti suhu, cahaya serta lamanya waktu pertumbuhan kalus (Hernawati, 2001).

Warna dan tekstur kalus dari semua varietas rata-rata menunjukkan perubahan pada akhir pengamatan yaitu kuning dengan tekstur remah. Tekstur kalus yang semakin remah (*friable*) mengalami pembelahan sel yang cepat dari pada tekstur kalus yang kompak. Sel-sel kalus yang terbentuk bersifat remah (*friable*) memiliki ciri-ciri antara satu sel dengan sel lainnya mudah dipisahkan. Bila kalus diambil dengan pinset, maka sel-sel kalus akan mudah menempel pada pinset (Kusumandari, 2005 dalam azizah. 2010). Menurut Khrisnamoorthy (1981) dalam Azizah (2010), Perubahan tekstur kalus yang semakin remah menunjukkan terjadinya proliferasi massa sel dalam kalus. Zat pengatur tumbuh 2,4-D dapat memicu terjadinya proliferasi massa sel dalam kalus.

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis statistik tentang pengaruh beberapa varietas terhadap pertambahan volume kalus kedelai (*Glycine max*) diperoleh data yang menunjukkan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$ yaitu $0,861 < 3,44$, dengan demikian hipotesis H_0 diterima dan H_1 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh varietas yang berbeda dan konsentrasi 0,25 mg/l, 0,5 mg/l dan 1 mg/l terhadap pertumbuhan kalus kedelai sebagaimana dalam tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2 Hasil ANAVA berat kalus kedelai dengan beberapa konsentrasi 2,4-D.

| Sk | db | JK | KT | F hit | F 5% |
|----------------|----|--------|-------|---------------------|------|
| Ulangan | 2 | 0,482 | 0,241 | 0,861 ^{ns} | 3,44 |
| Perlakuan | 11 | 3,173 | 0,244 | 0,873 ^{ns} | 2,26 |
| 2,4-D | 2 | 0,228 | 0,114 | 0,114 ^{ns} | 3,44 |
| Varietas | 3 | 0,790 | 0,263 | 0,941 ^{ns} | 3,05 |
| Varietas*2,4-D | 6 | 1,674 | 0,279 | 0,997 ^{ns} | 2,55 |
| Galat | 22 | 6,154 | 0,280 | | |
| Total | 35 | 18,683 | | | |

Keterangan : ns = non signifikan /berbeda tidak nyata

Berdasarkan analisis diatas, diketahui bahwa seluruh perlakuan menunjukkan tidak beda nyata antara konsentrasi ZPT 2,4-D 0,25 mg/l, 0,5 mg/l dan 1 mg/l, sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut. Dengan kata lain dapat dijelaskan bahwa pada penambahan ZPT, perbedaan varietas dan interaksi antara keduanya pada pertumbuhan kalus tidak berbeda nyata. Hal ini diduga penambahan konsentrasi ZPT yang semakin tinggi pada media tidak akan mengakibatkan terjadi penambahan atau penurunan pertumbuhan kalus yang signifikan. Respon pertumbuhan kalus pada ZPT 2,4-D hampir sama sehingga perlu diteliti ZPT yang lebih responsive atau perlu dilakukan kombinasi dengan ZPT lain untuk pertumbuhan yang lebih optimal. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Riyadi (2004), hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan 8 mg/l 2,4-D + 0,1 mg/l kinetin menghasilkan jumlah embrio lebih rendah jika di bandingkan dengan perlakuan 4 mg/l 2,4-D + 0,1 mg/l kinetin. Sedangkan menurut Gangga (2007), Eksplan yang berasal dari daun Mahkota dewa yang ditanam pada media dengan perlakuan 2 mg 2,4-D dan 1 mg BAP pada minggu ke dua sudah mulai terbentuk kalus dan pertumbuhan kalus yang sempurna terjadi pada minggu ke delapan.

4.2 Pengaruh Pengujian Beberapa Varietas Kalus kedelai Pada ZPT 2,4-D Terhadap Kandungan Isoflavon

Pengaruh pengujian beberapa varietas kalus kedelai pada ZPT 2,4-D terhadap kandungan isoflavon dilakukan dengan menggunakan metode kromatografi lapis tipis. Sampel diekstrak selanjutnya akan diidentifikasi senyawa isoflavonnya dengan menggunakan kromatografi lapis kolom, yaitu pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kecepatan perambatan komponen dalam medium. Sampel kalus ditimbang 0,1 gr yang kemudian dihaluskan dan diencerkan dengan *n*-heksa etil asetat dan isopropanol. Kandungan isoflavon tertinggi ditemukan pada kalus yang berumur 3 minggu dari varietas Anjasmoro.

Isoflavon merupakan metabolit sekunder yang dibentuk dari hasil metabolisme primer seperti karbohidrat, asam amino dan lemak, yang bertujuan untuk meningkatkan daya adaptasi dan pertahanan diri. Selain itu juga sumber senyawa yang memiliki aktifitas farmatikal. Teknik kultur jaringan merupakan salah satu strategi untuk meningkatkan metabolit skunder dengan cara mengisolasi bagian tanaman dan menumbuhkannya dalam media MS yang kaya akan nutrisi dan ZPT 2,4-D (*Dichlorophenoxyacetic Acid*) secara aseptik dalam wadah tertutup. kelebihan penggunaan kultur jaringan dengan menggunakan kalus adalah pada kultur kalus penampakan morfologi lebih mudah diamati, terutama warna sehingga penggunaan kultur dengan kalus dinilai lebih sesuai (Rahayu, 2008). Selain itu juga dijelaskan bahwa kalus adalah suatu metode kultur jaringan yang berpotensi tinggi dalam menyediakan metabolit sekunder. Kalus merupakan materi esensial dalam kultur jaringan. Kelebihan penggunaan kultur jaringan

menggunakan kalus dengan kultur lainnya adalah pada kultur kalus menunjukkan penampakan morfologi lebih mudah diamati, terutama warna sehingga penggunaan kultur kalus sesuai untuk menghasilkan metabolit sekunder berupa pigmen.

Hasil analisa antara berat kalus dengan hasil isoflavon yang dihasilkan maka, dapat di lihat pada tabel dibawah ini:

4.3. Tabel Bobot Kalus dengan Kandungan Isoflavon Beberapa Varietas Kedelai:

| Kosentrasi | Sampel | Bobot Kalus (gr) | Kandungan isoflavon (Ppm) |
|------------|-----------|------------------|---------------------------|
| 0.25 | Wilis | 0.297 | 5579.46 |
| | Tidar | 0.254 | 5072.880 |
| | Detam | 0.368 | 5267.496 |
| | Anjasmoro | 0.341 | 5583.20 |
| 0.5 | Wilis | 0.376 | 5823.08 |
| | Tidar | 0.283 | 5253.204 |
| | Detam | 0.422 | 5516.291 |
| | Anjasmoro | 0.475 | 5874.942 |
| 1 | Wilis | 0.429 | 6032.196 |
| | Tidar | 0.56 | 5557.621 |
| | Detam | 0.459 | 5566.684 |
| | Anjasmoro | 0.576 | 6067.698 |

Jika dilihat dari tabel 4.3 dapat diketahui bahwa kalus memiliki bobot yang besar pada kosentrasi 1 mg/l dan pada perlakuan kosentrasi tersebut kandungan isoflavonnya memiliki nilai kosentrasi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan yang lain. Morfologi warna kalus juga berpengaruh terhadap kadar isoflavon pada kalus kedelai. Pada minggu pertama kalus berwarna putih kemudian pada minggu ke dua kalus mengalami perubahan warna menjadi putih kekuningan. Menurut Rahmawati (2007) terdapat keterkaitan antara warna kalus dengan kandungan isoflavon. Warna kuning pada minggu ke

dua pertumbuhan kalus mengindikasikan bahwa didalam kalus telah terjadi sintesis senyawa fenol yang berperan dalam proteksi sel. Pembentukan senyawa fenol merupakan telah terjadi biosintesis asam fenil alanin yang merupakan peyusun isoflavon yang menandakan adanya gangguan pada sel tanaman yang diakibatkan karena berkurangnya nutrisi dalam media sebab nutrient tidak hanya digunakan sebagai pertumbuhan tapi juga untuk kepentingan lain seperti sintesis metabolit sekunder.

Berdasarkan hasil analisis variansi (ANAVA) tentang pengujian kandungan senyawa isoflavon kalus beberapa varietas kedelai, diperoleh data yang menunjukkan $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa ada pengaruh perbedaan varietas dan penambahan 2,4-D konsentrasi 0,25 mg/l, 0,5 mg/l dan 1 mg/l pada media terhadap produksi isoflavon kalus beberapa varietas kedelai dan tidak terdapat interaksi antara varietas dan perbedaan konsentrasi yang diberikan.

4.4 Hasil ANAVA Kandungan Isoflavon kalus beberapa varietas kedelai pada media MS dengan penambahan 2,4-D

| Sk | db | JK | KT | F hit | F 5% |
|----------------|----|--------------|------------|---------------------|------|
| Ulangan | 2 | 341609,079 | 170804,540 | 8,043* | 3,44 |
| Perlakuan | 11 | 3292127,119 | 268625,163 | 12,649* | 2,26 |
| 2,4-D | 2 | 1116287,562 | 558143,781 | 26,281* | 3,44 |
| Varietas | 3 | 1971363,860 | 657121,287 | 30,942* | 3,05 |
| Varietas*2,4-D | 6 | 62866,617 | 10477,770 | 0,493 ^{ns} | 2,55 |
| Galat | 22 | 467222,839 | 21237,402 | | |
| Total | 35 | 11327222,839 | | | |

Keterangan : * = menunjukkan berpengaruh nyata, ns = non signifikan / berbeda tidak nyata

Untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan yang diberikan, maka dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan 5%. Sehingga diperoleh rata-rata hasil produksi isoflavon kalus beberapa varietas kedelai, maka didapatkan notasi sebagai berikut:

4.5. Tabel hasil produksi isoflavon kalus beberapa varietas kedelai:

| Varietas | Kosentrasi (mg/l) | Notasi |
|-----------|-------------------|-------------|
| Tidar | 0.25 | 5072.88 a |
| Tidar | 0.5 | 5253.204 b |
| Detam | 0.25 | 5267.496 b |
| Detam | 0.5 | 5516.291 c |
| Tidar | 1 | 5557.621 c |
| Detam | 1 | 5566.684 c |
| Wilis | 0.25 | 5579.463 c |
| Anjasmoro | 0.25 | 5583.2003 c |
| Wilis | 0.5 | 5823.083 d |
| Anjasmoro | 0.5 | 5874.909 d |
| Wilis | 1 | 6032.197 d |
| Anjasmoro | 1 | 6067.698 d |

Keterangan: Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf signifikan 0,05

4.6. Rata-Rata Pengaruh Perbedaan Konsentrasi ZPT 2,4-D pada Kandungan Isoflavon Kalus beberapa Varietas Kedelai.

| Varietas | Perlakuan | Kandungan Isoflavon (ppm) |
|-----------|-----------|---------------------------|
| Anjasmoro | 0.25 | 5583.20 a |
| | 0.5 | 5874.90 b |
| | 1 | 6067,69 c |
| Wilis | 0.25 | 5579.46 a |
| | 0.5 | 5823.08 ab |
| | 1 | 6032.19 b |
| Tidar | 0.25 | 5072.88 a |
| | 0.5 | 5253.20 ab |
| | 1 | 5557.62 b |
| Detam | 0.25 | 5267.49 a |
| | 0.5 | 5516.29 ab |
| | 1 | 5566.68 abc |

Keterangan: Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf signifikan 0,05

Pada tabel 4.5 terlihat bahwa dosis ZPT 2,4-D yang berbeda mempengaruhi kandungan isoflavon. Dilihat dari hasil analisa tabel diatas, maka diketahui bahwa kandungan isoflavon tertinggi pada ZPT 2,4-D konsentrasi 1 mg/l. sedangkan untuk kandungan isoflavon terendah pada ZPT 2,4-D konsentrasi 0,25 mg/l. hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar konsentrasi atau dosis yang diberikan pada media pertumbuhan maka akan meningkatkan kandungan isoflavon pada kalus kedelai yang terbentuk. Pada perlakuan yang diberikan pada varietas anjasmoro, kandungan isoflavon yang tertinggi pada konsentrasi 1 mg/l dengan nilai 6067.69 ppm, sedangkan yang paling rendah pada konsentrasi 0,25 mg/l dengan nilai isoflavon 5583.20 ppm. Untuk varietas wilis kandungan isoflavon yang tertinggi pada konsentrasi 1 mg/l dengan nilai 6032.19 ppm, sedangkan yang paling rendah pada konsentrasi 0,25 mg/l dengan nilai isoflavon 5579.46 ppm. Sedangkan pada varietas Tidar kandungan isoflavon yang tertinggi

pada konsentrasi 1 mg/l dengan nilai 5557.62 ppm, sedangkan yang paling rendah pada konsentrasi 0,25 mg/l dengan nilai isoflavon 5072.88 ppm. Dan varietas Detam kandungan isoflavon yang tertinggi pada konsentrasi 1 mg/l dengan nilai 5566.68 ppm, sedangkan yang paling rendah pada konsentrasi 0,25 mg/l dengan nilai isoflavon 5267.49 ppm.

Suatu tanaman dapat menghasilkan fitoaleksin jika tanaman tersebut mendapatkan cekaman. Cekaman tersebut dapat berupa serangan ataupun perlukaan pada sel tanaman. Sel tersebut akan merespon serangan dengan mekanisme pertahanan, dan zat yang dihasilkan dari mekanisme pertahanan tersebut merupakan fitoaleksin. Pada perlukaan secara endogen akan dikeluarkan asam jasmonic sehingga selnya merespon bahwa telah terjadi luka, kemudian sel tersebut mengeluarkan pertahanan dirinya yang disebut fitoaleksin (Riata. 2010). Sedangkan menurut Rahayu (2008) pada kultur kalus terdapat beberapa faktor yang dibutuhkan terutama dalam optimalisasi produksi metabolit sekunder, yaitu zat pengatur tumbuh (ZPT), nutrisi medium, elisitor, faktor fisika (cahaya, temperatur, pH, aerasi, kepadatan sel), dan faktor biologi (variasi sel, kemampuan biosintesis). ZPT yang digunakan Pada medium primer zat pengatur tumbuh dalam pembentukan kalus sering digunakan berupa sitokinin dan auksin. Pada konsentrasi antara auksin dengan sitokinin yang seimbang akan menginduksi kalus.

Dengan pemberian zat pengatur tumbuh auksin mempengaruhi protein membran sehingga sintesis protein dan asam nukleat dapat lebih cepat sehingga akan berperan dalam pengendalian aktifitas gen. pada proses biosintesis protein

atau polipeptida dengan menggunakan instruksi genetik m-RNA maka akan dibentuk urutan-urutan asam amino. Zat pengatur tumbuh akan mempengaruhi ekspresi metabolit sekunder terkait dengan regulasi jumlah dan aktifitas enzim yang terlibat dalam biosintesa senyawa tersebut. Jumlah enzim yang aktif dalam metabolisme sekunder merupakan resultan dari sintesis dan degradasi enzim yang terjadi selama proses metabolisme. Peningkatan jumlah enzim yang terlibat dalam metabolisme sekunder juga akan meningkatkan senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan (Santoso, 2001). Pemberian hormon auksin yang ditambahkan dapat meningkatkan kerja enzim fenilalanin amonia liase (FAL). NAA dalam sintesis flavonoid berfungsi untuk meningkatkan kerja enzim fenilalanin amonia liase (FAL) yang menghasilkan sinamat dari fenilalanin. Tahapan selanjutnya pembentukan flavonoid dari malonil CoA, sehingga apabila konsentrasi auksin maksimal maka pembentukan flavonoid dimungkinkan juga maksimal (Hardiyanto,dkk. 2004). Sedangkan Menurut Rahmawati (2007), peningkatan metabolit sekunder (isoflavon) disebabkan adanya mekanisme pertahanan dari kondisi kalus tersebut, akibat adanya ikatan ZPT dengan protein tertentu pada membran sel yang berfungsi sebagai sinyal transduksi sehingga mampu meningkatkan kandungan metabolit sekunder. Dengan adanya respon pertahanan dari kalus diduga dapat menyebabkan adanya peningkatan ekspresi gen yang mengkode enzim untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder isoflavon.

Tabel 4.7 Rata-rata Pengaruh Penambahan 2,4-D Pada Masing-Masing Varietas Terhadap Kandungan Isoflavon Kalus beberapa Varietas Kedelai

| Perlakuan | Varietas | Kandungan Isoflavon (ppm) |
|-----------|-----------|---------------------------|
| 0.25 | Tidar | 5072.88 a |
| | Detam | 5267.49 b |
| | Wilis | 5579.46 c |
| | Anjasmoro | 5583.20 cd |
| 0.5 | Tidar | 5253.20 a |
| | Detam | 5516.29 b |
| | Wilis | 5823.08 c |
| | Anjasmoro | 5874.90 cd |
| 1 | Tidar | 5557.62 a |
| | Detam | 5566.68 ab |
| | Wilis | 6032.19 b |
| | Anjasmoro | 6067.69 bc |

Keterangan: Angka yang didampingi dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi 0,05

Pada Tabel 4.6 rata-rata pengaruh perbedaan varietas terhadap kandungan isoflavon kalus kedelai menunjukkan bahwa pada tiap varietas memiliki kandungan isoflavon yang berbeda. Kandungan isoflavon pada perlakuan ZPT 2,4-D 0,25 mg/l yang paling kecil kandungan isoflavonnya adalah varietas Tidar dengan nilai kandungan isoflavon sebesar 5072.88 ppm yang kemudian di ikuti oleh varietas Detam dengan kandungan isoflavon sebesar 5267.49 ppm. Sedangkan varietas wilis memiliki kandungan isoflavon sebesar 5579.46 ppm pada konsentrasi ZPT 2,4-D 0,25 mg/l dan nilai kandungan isoflavon tertinggi pada konsentrasi ZPT 2,4-D 0,24 mg/l terdapat pada varietas Anjasmoro dengan kandungan isoflavon sebesar 5583.20 ppm. Kemudian Kandungan isoflavon pada perlakuan ZPT 2,4-D 0,5 mg/l yang paling kecil kandungan isoflavonnya adalah varietas Tidar dengan nilai kandungan isoflavon sebesar 5253.20 ppm yang kemudian di ikuti oleh varietas Detam dengan kandungan isoflavon sebesar

5516.29 ppm. Sedangkan varietas wilis memiliki kandungan isoflavon sebesar 5823.08 ppm pada konsentrasi ZPT 2,4-D 0,5 mg/l dan nilai kandungan isoflavon tertinggi pada konsentrasi ZPT 2,4-D 0,5 mg/l terdapat pada varietas Anjasmoro dengan kandungan isoflavon sebesar 5874.90 ppm. Sedangkan untuk Kandungan isoflavon pada perlakuan ZPT 2,4-D 1 mg/l yang paling kecil kandungan isoflavonnya adalah varietas Tidar dengan nilai kandungan isoflavon sebesar 5557.62 ppm yang kemudian di ikuti oleh varietas Detam dengan kandungan isoflavon sebesar 5566.68 ppm. Sedangkan varietas wilis memiliki kandungan isoflavon sebesar 6032.19 ppm pada konsentrasi ZPT 2,4-D 1 mg/l dan nilai kandungan isoflavon tertinggi pada konsentrasi ZPT 2,4-D 1 mg/l terdapat pada varietas Anjasmoro dengan kandungan isoflavon sebesar 6067.69 ppm.

Penelitian yang dilakukan oleh Marcedes (2009), melaporkan bahwa terdapat perbedaan kandungan isoflavon pada beberapa varietas kedelai yang terdapat di Brazilia, dimana perbedaan tersebut salah satunya dipengaruhi oleh faktor genetik. Beberapa varietas kedelai yang diamati dari lokasi dan tahun tanam yang sama memiliki kandungan isoflavon yang berbeda. Selain faktor genetik, faktor lingkungan juga dapat mempengaruhi kandungan isoflavon.

Jika dilihat dari tabel 4.4 dan 4.5 maka dengan penambahan 2,4-D 1 mg/L dapat menghasilkan metabolit sekunder yang lebih tinggi pada varietas Anjasmoro yang mewakili kedelai berbiji besar. Hal ini menunjukkan bahwa teknik kultur jaringan dapat digunakan sebagai alternatif dalam menghasilkan metabolit sekunder sebagai senyawa obat. Jika dilihat dari sifat genetik kedelai Anjasmoro, diasumsikan memiliki potensi yang lebih baik dalam menghasilkan isoflavon

jika dibandingkan dengan varietas lain. Secara fisik setiap biji kedelai berbeda dalam hal warna, ukuran dan bentuk biji serta komposisi kimianya. Perbedaan sifat fisik dan kimia tersebut dipengaruhi oleh varietas dan kondisi tempat kedelai itu tumbuh. Adanya korelasi genotipik dengan kandungan isoflavon pada tiap varietas, sehingga nilai kandungan isoflavon berbeda pada tiap varietas tersebut. Jika dilihat dari kandungan protein dari varietas Anjasmoro, wilis, tidar dan detam, maka varietas Anjasmoro memiliki kandungan yang lebih baik jika dibandingkan dengan yang lain.

Menurut Muchlish (2006) Secara karakter kimiawi, biji kedelai pada umumnya dikendalikan oleh sifat genetik yang dapat digunakan sebagai strategi perbaikan kualitas biji. Selain itu dijelaskan juga bahwa strategi perbaikan untuk peningkatan isoflavon dapat diarahkan pada perbaikan kedelai berbiji besar dan kedelai berbiji sedang. Sedangkan Menurut Nakamura, *et.al* (2001) isoflavon terakumulasi dalam jaringan tanaman bisa disebabkan berbagai faktor internal maupun eksternal. Faktor internal berasal dari aktivitas genetik dari tanaman tersebut, sedangkan faktor eksternal adalah kondisi lingkungan yang bertindak sebagai fitoaleksin yakni semacam antibodi untuk mempertahankan diri ketika tanaman tersebut mengalami gangguan eksternal (Juan, *et.al*, 2009).

4.3 Manfaat Kedelai Prospektif Islam

Dari kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi Allah SWT ingin mengetahui sikap manusia sebagai makhluk yang diberi kesempurnaan dengan akalunya, apakah akan beriman, atau sebaliknya menjadi ingkar. Dalam Alquran

juga terdapat pengetahuan tentang berbagai macam ciptaan Allah SWT yang merupakan tanda-tanda kekuasaan-Nya. Satu diantara bukti ciptaan Allah adalah diciptakannya tumbuh-tumbuhan yang dapat dimanfaatkan dan dijaga kelestariannya. Allah berfirman dalam QS. At-Thaha ayat 53:

الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ الْأَرْضَ مَهْدًا وَسَلَكَ لَكُمْ فِيهَا سُبُلًا وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْ نَّبَاتٍ شَتَّىٰ ﴿٥٣﴾

Artinya:

“Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam”.

Ayat diatas menjelaskan begitu Maha Agung salah satunya terbukti menurunkan air dari langit dan menumbuhkan tumbuhan yang bermacam-macam. Ayat tersebut mengisyaratkan bahwa penumbuhan aneka tumbuhan dengan beraneka macam jenis bentuk dan rasa merupakan hal yang membuktikan bahwa betapa agungnya sang penciptaNya Dalam tafsir Al-Misbah ayat diatas ditafsirkan sebagai isyarat bahwa keberadaan manusia dibumi dalam rangka kehidupannya adalah bagian dari hidayah Allah SWT dan isyarat bahwa manusia dibumi guna mencapai tujuan hidupnya salah satunya dengan memanfaatkan tumbuhan dan hasilnya untuk kelangsungan hidupnya. Tumbuhan merupakan salah satu bahan pokok yang digunakan manusia untuk berbagai macam kepentingan, misalnya untuk bahan pangan dan obat. Kesemuanya itu untuk kelangsungan hidup manusia agar tetap hidup di bumi Allah (Shihab, 2005).

Metabolit sekunder merupakan senyawa yang tidak esensial bagi pertumbuhan organisme dan ditemukan dalam bentuk yang unik atau berbeda-beda antara spesies. Senyawa ini juga tidak selalu dihasilkan, tetapi hanya pada saat dibutuhkan saja atau pada fase-fase tertentu. Fungsi metabolit sekunder adalah untuk mempertahankan diri dari kondisi lingkungan yang kurang menguntungkan, misalnya untuk mengatasi hama dan penyakit, dan sebagai polinator. Sebagian besar tanaman penghasil senyawa metabolit sekunder memanfaatkan senyawa tersebut untuk mempertahankan diri dan berkompetisi dengan makhluk hidup lain di sekitarnya. Berbagai senyawa metabolit sekunder telah digunakan sebagai obat, contohnya isoflavon yang dapat digunakan sebagai obat jantung, darah tinggi dan lain-lain. Manfaat lain dari metabolit sekunder adalah sebagai pestisida dan insektisida, contohnya adalah rotenon dan rotenoid. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman kedelai memiliki manfaat baik bagi tanaman itu sendiri maupun bagi produsen pengonsumsi kedelai.

Kedelai mulai dikenal oleh masyarakat Indonesia, terutama digunakan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pengobatan. Secara medis kedelai dipakai antara lain sebagai obat untuk penyakit seperti kanker, tumor, diabetes, hipertensi, jantung, antialergi dan lain-lain. Karena terdapat kandungan senyawa isoflavon yang terdapat pada bagian batang, daun, akar dan biji. Sampai saat ini banyak penelitian yang menjelaskan tentang kandungan kimiawi yang dihasilkan melalui metabolisme sekunder yang dapat digunakan sebagai obat. Tapi belum banyak penelitian yang menjelaskan tentang bagaimana memperoleh isoflavon tanpa harus menggunakan atau mengekstrak langsung dari tumbuhan tersebut karena

persaingan yang ketat dalam industri pangan berbahan dasar kedelai. Selain itu juga diperlukan alternatif untuk meningkatkan kandungan senyawa isoflavon yang terdapat dalam kedelai.

Al-Qur'an selain sebagai petunjuk bagi orang yang bertaqwa, tapi juga petunjuk bagi orang yang berakal yang mau menggunakan akal pikirannya untuk mengungkap kebesaran dan keagungan Allah SWT. Allah SWT telah menciptakan segala macam tidaklah sia-sia, seperti halnya tumbuhan yang dapat kita manfaatkan baik untuk memenuhi kebutuhan sandang, pangan dan juga obat. Selain itu juga dijelaskan tentang kekuatan dan akal budi yang dianugerahkan Allah SWT kepada manusia sehingga manusia tidak dapat bertindak sendiri dan mengendalikan dirinya sendiri di bawah naungan Allah SWT. Manusia merupakan makhluk ciptaan Allah yang diberi akal dan di tugasi sebagai kholifah untuk memakmurkan bumi sesuai dengan firman Allah dalam QS. Huud ayat 61:

وَإِلَىٰ تَمُودَ أَخَاهُمْ صَالِحًا قَالَ يَا قَوْمِ أَعْبُدُوا اللَّهَ مَا لَكُمْ مِنِّي غَيْرُهُ هُوَ أَنشَأَكُم مِّنَ الْأَرْضِ وَأَسْتَعْمَرَكُمْ فِيهَا فَاسْتَغْفِرُوهُ ثُمَّ تَوْبُوا إِلَيْهِ إِنَّ رَبِّي قَرِيبٌ مُّجِيبٌ

Artinya :

"Dan kepada Tsamud (kami utus) saudara mereka shaleh. Shaleh berkata: "Hai kaumku, sembahlah Allah, sekali-kali tidak ada bagimu Tuhan selain Dia. Dia telah menciptakan kamu dari bumi (tanah) dan menjadikan kamu pemakmurnya, karena itu mohonlah ampunan-Nya, kemudian bertobatlah kepada-Nya, Sesungguhnya Tuhanku Amat dekat (rahmat-Nya) lagi memperkenankan (doa hamba-Nya)."

Dalam tafsir Al-Mishbah ayat tersebut mengandung perintah kepada manusia (langsung atau tidak langsung) untuk membangun bumi dalam

kedudukannya sebagai khalifah salah satunya dengan menjaga kelestarian tumbuh-tumbuhan, sekaligus menjadi alasan mengapa manusia harus menyembah Allah SWT semata-mata. Penggalan ayat tersebut bermakna bahwa Allah SWT telah mewujudkan melalui bahan bumi ini, manusia yang Dia sempurnakan dengan mendidiknya tahap demi tahap dan menganugerahkannya fitrah berupa potensi yang menjadikan ia mampu mengolah bumi dengan mengalihkannya ke suatu kondisi di mana ia dapat memanfaatkannya untuk kepentingan hidupnya. Sehingga ia dapat terlepas dari segala macam kebutuhan dan kekurangan dan kelanggengan hidup tidak diperuntukkan untuk hal lain kecuali kepada Allah SWT, Seperti halnya mencari alternatif penghasil dan meningkatkan kandungan isoflavon dari kalus kedelai (Shihab, 2005).

Dijelaskan juga bahwa Allah menyuruh ahli ilmu untuk melakukan apa yang ditugaskan padanya, salah satunya dengan menjaga sesamanya. Sebagaimana yang dijelaskan pada Q.S. Al-Anfal (8): 53:

ذَٰلِكَ بِأَنَّ اللَّهَ لَمْ يَكُ مُغَيِّرًا نِّعْمَةً أَنْعَمَهَا عَلَىٰ قَوْمٍ حَتَّىٰ يُغَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ
وَأَنَّ اللَّهَ سَمِيعٌ عَلِيمٌ

Artinya:

“ (siksaan) yang demikian itu adalah karena Sesungguhnya Allah sekali-kali tidak akan meubah sesuatu nikmat yang telah dianugerahkan-Nya kepada suatu kaum, hingga kaum itu meubah apa-apa yang ada pada diri mereka sendiri, dan Sesungguhnya Allah Maha mendengar lagi Maha mengetahui”

Dalam Tafsir Al-misbah Ayat ini menjeaskan tentang hubungan manusia dalam konteks perubahan sosial dan berhubungan dengan Ayat sebelumnya. Jika ayat pertama membicarakan tentang perubahan nikmat, dimana Allah tidak

mencabut nikmat yang telah dilimpahkan-Nya kepada sesuatu kaum, selama kaum itu tetap taat dan bersyukur kepada Allah. Sedangkan ayat yang ke dua membicarakan tentang sesuatu yang bersifat negative diubah menjadi positif ataupun sebaliknya. Ada beberapa hal yang perlu digaris bawahi dari ayat diatas adalah (Shihab, 2005):

1. Perubahan secara umum bukan individual, dimana perubahan tersebut berawal dari ide-ide kecil yang kemudian diterima oleh masyarakat luas.
2. Hukum atau perubahan yang berlaku bagi kaum muslim atau suku atau ras dan agama tertentu, tapi berlaku umum yang dilakukan kapanpun dan dimanapun mereka berada.

Islam menganjurkan umatnya yang sakit untuk berobat. Dalam berbagai riwayat menunjukkan bahwa Nabi Muhammad pernah berobat untuk dirinya sendiri, serta pernah menyuruh keluarga dan sahabatnya yang sakit agar berobat. Seperti Hadist dibawah ini:

عَنْ جَابِرٍ عَنِ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Artinya :*“Dari Jabir ra. bahwa Rasulullah Saw. bersabda “Masing-masing penyakit pasti ada obatnya. Kalau obat sudah mengenai penyakit, penyakit itu pasti akan sembuh dengan izin Allah Azza wa Jalla.”* (Muslim (2204)).

Ibn Qoyyim menjelaskan tentang pengaruh sikap optimis menantikan kesembuhan dalam meringankan cobaan (musibah), bahwa menantikan keringanan atau kesembuhan terhadap cobaan yang menimpa dengan ketenangan dan keikhlasan, maka sesungguhnya penantian dan perenungan seperti itu akan

meringankan beban yang berat. Selanjutnya dengan diiringi motivasi dan harapan yang kuat akan adanya pertolongan, maka sikap ini akan menggantikan cobaan yang sedang menimpa dengan semangat akan adanya pertolongan, ketenangan dan keikhlasan. Hal ini merupakan rahasia dari kelembutan dan pertolongan Allah Ta'ala yang akan segera tiba. Seorang yang mengidap penyakit tertentu wajiblah baginya untuk berobat, sebab setiap penyakit merupakan berkah dan kasih sayang Allah sehingga pasti ada obat penyembuhnya. Secara analogis hadits diatas dapat dipahami bahwa islam tidak membenarkan orang-orang yang membiarkan dirinya dalam keadaan bahaya maut tanpa suatu usaha dan upaya penyembuhan untuk dapat bertahan hidup dengan baik (Juatsin, 2009).

Allah SWT menciptakan obat-obatan untuk menyembuhkan semua penyakit, namun pengetahuan terhadap obat-obatan tersebut, tidak di hadapkan kepada umat manusia. Karena ilmu pengetahuan yang dimiliki oleh manusia hanyalah sebatas yang diajarkan oleh Allah SWT. (Ibnu Qayyim Al-Jauziyyah, 2005 : 22). Oleh sebab itu, kesembuhan terhadap penyakit dikaitkan oleh Rasulullah Saw. dengan proses kesesuaian obat dengan penyakit yang diobati karena setiap penyakit pasti ada obat yang menjadi dasar supaya penyakit itu sembuh. Semua hadits-hadits di atas mengandung perintah untuk berobat. Berobat tidaklah bertentangan dengan tawakal. Hakikat tawakal adalah kesungguhan dalam menggantungkan hati kepada Allah SWT (Juatsin, 2009).