

STUDI PAPARAN MEDAN MAGNET SALURAN UDARA TEGANGAN EKSTRA TINGGI (SUTET) PADA PERTUMBUHAN SAYURAN CAISIM (*BRASSICA JUNCEA L*)

I GEDE KETUT SRI BUDARSA¹⁾, I W SANDI ADNYANA ²⁾, I G. MAHARDIKA³⁾

¹ Politeknik Negeri Bali

² PPLH Lemlit Universitas Udayana,

³ Lemlit Universitas Udayana

ABSTRAK

Keberadaan jaringan transmisi Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi 500 kv (SUTET) memberikan konsekuensi bahwa sebagian kawasan perkebunan penduduk ada di bawah jaringan sehingga sangat perlu untuk diteliti apakah paparan medan magnet dari SUTET tersebut berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respons pertumbuhan sayuran caisim/sayur hijau terhadap paparan medan magnet dari SUTET tersebut. Pengamatan difokuskan pada luas daun, jumlah klorofil daun, laju asimilasi bersih dan berat kering daun.

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (*completely randomized design*) dengan 3 ulangan, serta memberikan 4 macam perlakuan dengan paparan medan yang berbeda-beda. Data dianalisis secara statistika menggunakan analisis varian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: paparan medan magnet berpengaruh secara nyata terhadap pengurangan luas daun, jumlah klorofil daun, laju asimilasi bersih serta berat kering daun tanaman caisim. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa paparan medan magnet < 0,1 mT dari jaringan listrik saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) 500 kv dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman caisim yang berada di bawahnya.

Kata kunci: Saluran Udara Tegangan Ekstra Tinggi, paparan medan magnet, pertumbuhan caisim

ABSTRACT

The existence of 500 kv extra high voltage transmission lines causes some area of villager's farms to be under the transmission lines, so the research is urgently needed to see how the exposure of magnetic fields of 500 kv extra high voltage transmission lines influences the growth of plants. The aim of this research main function is to know the growth response of green mustard with the exposure to the extra high voltage magnetic field. Observation is focused on the area of leaf, amount of chlorophyll, weight of dry leaf, and net assimilation rate .

The research applies completely randomized design repeated 3 times and 4 kinds of treatments with the different exposure of magnetic field. The data are quantitatively analyzed using analysis of variant method. The result of this research shows that the exposure of magnetic field influences the reduction of green mustard leaf, amount of leaf chlorophyll, net assimilation rate and the dry weight of green mustard leaf. Based on the result of the research it can be concluded that the exposure of magnetic field can reduce the growth of green mustard witch are under 500 kv extra high voltage transmission lines.

Keyword : extra high voltage transmission lines, exposure of magnetic field, growth of mustard green.

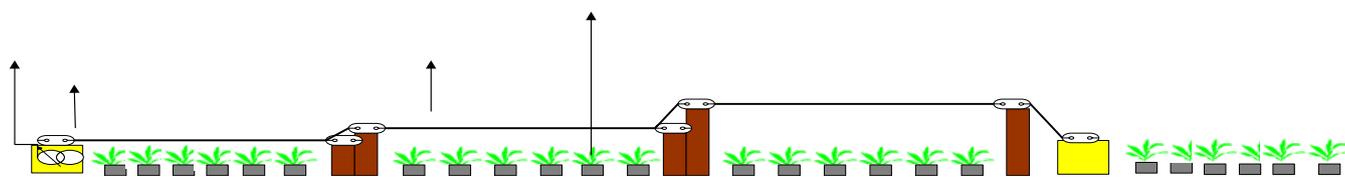
PENDAHULUAN

Pertumbuhan kebutuhan listrik di Jawa-Bali yang sedemikian pesat, khususnya di daerah pulau Jawa bagian barat, dapat diimbangi dengan pertumbuhan pasokan listrik, sementara sebaran pembangkitnya sebagian besar terkonsentrasi di Jawa Timur. Jalan terbaik untuk menyelesaikan kondisi seperti itu adalah dengan membangun jaringan interkoneksi yang menghubungkan wilayah timur dan barat Pulau Jawa.

Intensitas paparan medan magnet ELF di lingkungan masih berada di bawah nilai ambang batas yang diperkenankan WHO (< 0,1 mT). Namun hasil penelitian dampak paparan medan magnet ELF pada intensitas

rendah (< 0,1 mT) terhadap kesehatan yang dilaporkan sampai saat ini masih kontradiktif (Sudarti, 1998).

Berdasarkan ketetapan WHO dan *International Radiation Protection Association* (IRPA) mengenai medan elektromagnetik, pemerintah mengadopsi rekomendasi tersebut untuk batas paparan medan magnet 50 - 60 Hz adalah 0,5 mT. Pemerintah menyatakan bahwa besarnya paparan medan magnet masih sangat jauh di bawah ambang batas yang ditetapkan sebesar 0,5 m Tesla dan masih dianggap aman bagi masyarakat yang bermukim di bawah jaringan. Akan tetapi ada sebagian kawasan pertanian penduduk berada di bawah jaringan SUTET sehingga sangat perlu untuk diteliti apakah paparan medan magnet dan medan listrik tersebut berpengaruh terhadap



Gambar 1. Rancangan simulasi tanaman caisim yang dikenakan paparan medan magnet.

Tanaman caisim

pertumbuhan vegetasi atau kualitas produksi hasil pertanian. Power supply 12 Vac

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman sawi hijau /caisim (Brassica Juncea L.) varietas Tosakan. Media tanam yang dipakai dalam pembuatan simulasi ini adalah tanah top soil, pupuk kandang, pasir dan kompos dengan perbandingan 2:1:1:1 yang dicampur secara merata dan dimasukkan dalam pot yang berukuran 20 x 30 cm. Jumlah pot yang diperlukan pada simulasi ini adalah sebanyak 24 buah yang dibagi dalam 4 kelompok perlakuan dimana masing-masing kelompok terdiri dari 6 buah pot. Simulasi saluran udara tegangan ekstra tinggi menggunakan penghantar kawat BC (Bare Conductor) 50 mm² yang ditopang oleh pipa galvanis 25 cm dengan ketinggian yang bervariasi. Medan magnet sebesar 0,1 mTesla sesuai dengan rekomendasi dari International Radiation Protection Association (IRPA) dan WHO 1990 untuk ruang terbuka dapat diperoleh berdasarkan persamaan berikut :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \text{ maka besarnya Arus listrik } I = \frac{2\pi a B}{\mu_0} \text{ Ampere}$$

Ketinggian penghantar dari titik tumbuh tanaman caisim dalam pot mulai dari kelompok tanaman yang dikenakan perlakuan P₁, P₂, P₃ adalah 10 cm, 20 cm, 30 cm. Simulasi beban listrik menggunakan bak plastik dengan ukuran 65 x 45 x 45 cm yang berisi air garam. Besarnya arus listrik yang mengalir pada simulasi diatur melalui elektroda tembaga yang ditempatkan pada simulasi beban listrik tersebut. Simulasi saluran udara tegangan ekstra tinggi dilakukan di laboratorium Teknik Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali, sedangkan khusus untuk menganalisis kandungan klorofil daun dan berat kering daun dilakukan di Laboratorium Kimia dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Waktu penelitian dilaksanakan selama empat minggu mulai dari tanggal 20 Oktober 2008 sampai dengan tanggal 19 November 2008. Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (completely randomized design) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan ada simulasi tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Tanaman caisim tanpa dikenakan paparan medan magnet (P₀).
- b. Tanaman caisim yang dikenakan paparan medan magnet sebesar 0,033 mTesla (P₁).
- c. Tanaman caisim yang dikenakan paparan medan magnet sebesar 0,05 mTesla (P₂).
- d. Tanaman caisim yang dikenakan paparan medan magnet sebesar 0,1 mTesla (P₃).

Variabel yang diamati dari tanaman caisim pada simulasi tersebut adalah : luas daun, kandungan klorofil daun, laju asimilasi bersih (LAB), dan berat kering daun. Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis menggunakan statistik anava dua jalur

Lamanya waktu paparan untuk setiap harinya pada sampel tersebut diasumsikan sama dengan lamanya beban puncak pada jaringan saluran udara tegangan ekstra tinggi antara jam 18.00 sampai dengan jam 22.00. Arus listrik sebesar 157 Amp tersebut yang membangkitkan medan magnet sebesar 0,1 mT terhadap tanaman caisim perlakuan P₃, medan magnet sebesar 0,05 mT terhadap tanaman caisim perlakuan P₂, serta medan magnet sebesar 0,033 mT terhadap tanaman caisim perlakuan P₁. Pengukuran ulangan pertama sampai dengan ulangan ketiga yaitu untuk tanaman caisim yang terkena perlakuan P₀, P₃, P₂ dan P₁ dilakukan saat tanaman caisim telah berumur 7 hari, 14 hari dan 21 hari.

Pengukuran berat kering dan kandungan klorofil daun dilakukan di Laboratorium Kimia dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Data dianalisis dengan anava dua jalur dengan menggunakan bantuan program SPSS 15 (Statistical Product and Service Solutions).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Luas Daun

Minggu pertama (sebelum diberikan perlakuan) rata-rata luas daun relatif sama yakni 11,42 cm², 11,39 cm², 11,73 cm², dan 11,11 cm², secara statistika luas daun tidak berbeda nyata.

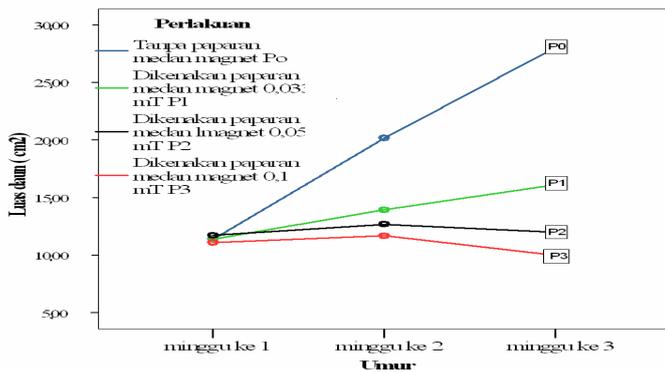
Tabel .1 Luas Daun Minggu Pertama sampai dengan Minggu ke Tiga (cm²)

Umur Minggu ke	Perlakuan			
	P ₀	P ₁ (0,033 mT)	P ₂ (0,05 mT)	P ₃ (0,1 mT)
I	11,42 s	11,39 s	11,73 s	11,11 s
II	20,18 p	13,95 u	12,70 u	11,69 u
III	28,10 r	16,14 v	12,00 v	9,99 v

Keterangan:
Angka yang diikuti oleh huruf sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata pada uji Tukey-LSD dan Scheffe pada taraf sig. 5%.

Rata-rata luas daun masing-masing kelompok dari minggu pertama ke minggu ke tiga sangat berbeda yakni untuk kelompok P₀ dari 20,18 cm² menjadi 28,10 cm², kelompok P₁ dari 13,95 cm² menjadi 16,14 cm², kelompok P₂ dari 12,70 cm² menjadi 12,00 cm², dan kelompok P₃ dari 11,69 cm² menjadi 9,99 cm² (Gambar 2.)

Kelompok P₀ menunjukkan pertumbuhan luas daun yang tertinggi, sedangkan kelompok P₁ masih ada pertumbuhan luas daun meskipun nilainya relatif kecil, namun kelompok P₂ dan P₃ justru menunjukkan pengurangan atau penyusutan luas daun.



Gambar 2. Grafik Luas Daun pada Minggu Pertama sampai dengan Minggu Ketiga.

Penyusutan luas daun yang terbesar terjadi pada kelompok tanaman P₃ yaitu dari 11,69 cm² menjadi 9,99 cm².

Kandungan Klorofil Daun

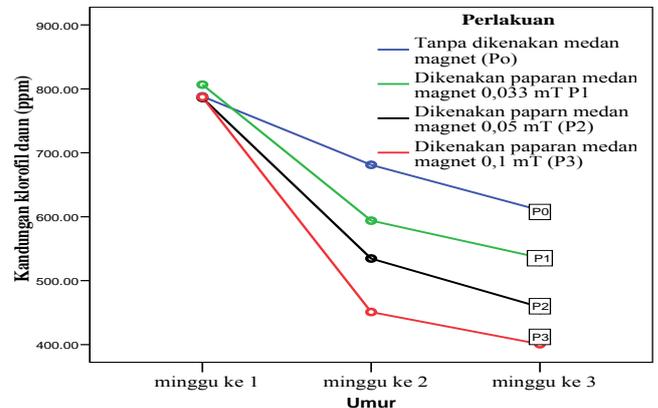
Tabel.2 Rata-rata Kandungan klorofil daun dari Minggu Pertama sampai dengan Minggu ke Tiga (ppm)

Umur Minggu ke	Perlakuan			
	P ₀	P ₁ (0,033 mT)	P ₂ (0,05 mT)	P ₃ (0,1 mT)
I	788,25 s	806,60 s	785,87 s	787,18 s
II	681,17 p	593,86 u	534,55 v	450,89 w
III	610,25 r	535,78 x	458,53 y	400,53 z

Keterangan:
Angka yang diikuti oleh huruf sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata pada uji Tukey-LSD dan Scheffe pada taraf sig. 5%

Rata-rata kandungan klorofil daun masing-masing kelompok dari minggu kedua sampai minggu ke tiga sangat berbeda yakni untuk kelompok P₀ dari 681,17

ppm menjadi 610,25 ppm, kelompok P₁ dari 593,86 ppm menjadi 535,78 ppm, kelompok P₂ dari 534,55 grm menjadi 458,53 ppm, dan kelompok P₃ dari 450,89 ppm menjadi 400,53 ppm. Kelompok P₀ penurunannya adalah yang terkecil, sedangkan kelompok P₃ menunjukkan nilai penurunan yang terbesar.



Gambar 3. Grafik Kandungan klorofil daun pada Minggu Pertama, Kedua hingga Ketiga

Laju Asimilasi Bersih

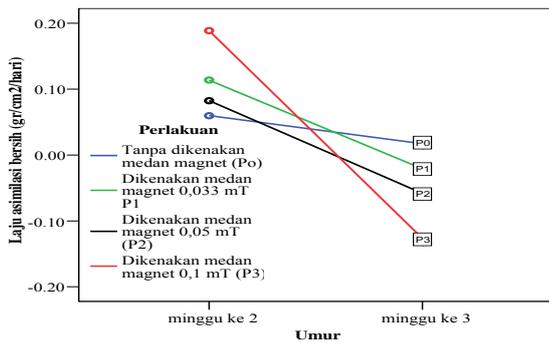
Rata-rata nilai laju asimilasi bersih adalah berbeda secara nyata antara tanaman caisim tanpa dikenakan paparan medan magnet dengan tanaman caisim yang dikenakan paparan medan, sedangkan nilai laju asimilasi bersihnya adalah tidak berbeda secara nyata antara kelompok tanaman P₁ dan P₂. Rata-rata laju asimilasi bersih yang maksimum adalah 0,19 gr/cm²/hari pada kelompok perlakuan P₃ dan yang minimum adalah 0,06 gr/cm²/hari pada kelompok P₀ (Tabel 3.).

Tabel.3 Laju Asimilasi Bersih Minggu Pertama sampai dengan Minggu ke Tiga (gr/cm²/hari)

Umur Minggu ke	Perlakuan			
	P ₀	P ₁ (0,033 mT)	P ₂ (0,05 mT)	P ₃ (0,1 mT)
0 - I	-	-	-	-
I - II	0,06 p	0,11 a	0,08 a	0,19 b
II - III	0,02 r	-0,02 *	-0,06 *	-0,13 *

Keterangan:
Angka yang diikuti oleh huruf sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata pada uji Tukey-LSD dan Scheffe pada taraf sig. 5%. Tanda * tidak bisa didefinisikan (sangat berbeda)

Rata-rata laju asimilasi bersih untuk minggu ke dua sampai dengan minggu ke tiga sesuai dengan analisis statistika menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, dimana masing-masing kelompok menunjukkan penurunan. Nilai penurunan laju asimilasi bersih untuk P₀ adalah dari 0,06 gr/cm²/hari menjadi 0,02 gr/cm²/hari, dari 0,11 gr/cm²/hari menjadi -0,02 gr/cm²/hari untuk P₁, dari 0,08 gr/cm²/hari menjadi -0,06 gr/cm²/hari untuk P₂, serta dari 0,19 gr/cm²/hari menjadi -0,13 gr/cm²/hari untuk P₃. Rata-rata laju asimilasi bersih maksimum adalah 0,02 gr/cm²/hari pada kelompok P₀, sedangkan laju asimilasi



Gambar 4. Grafik Perubahan Laju Asimilasi Bersih (LAB) pada Minggu Pertama, ke Dua hingga ke Tiga

bersih yang minimum adalah -0,13 gr/cm²/hari pada kelompok P₃.

Penurunan laju asimilasi bersih terjadi pada keempat kelompok perlakuan secara berurutan dari yang terkecil P₀ dan yang terbesar pada P₃.

Berat Kering Daun

Pada minggu ke dua, rata-rata berat kering daun kelompok tanaman caisim tanpa dikenakan paparan medan magnet (P₀) adalah berbeda secara nyata dengan berat kering daun kelompok tanaman caisim yang dikenakan paparan medan magnet. Berat kering daun yang terkecil adalah pada kelompok perlakuan P₃ yakni 0,17 gr dan berat kering daun terbesar pada kelompok perlakuan P₀ sebesar 0,20 gr.

Tabel 4. Berat kering daun Minggu Pertama sampai dengan Minggu ke Tiga (gr)

Umur Minggu ke	Perlakuan			
	P ₀	P ₁ (0,033 mT)	P ₂ (0,05 mT)	P ₃ (0,1 mT)
I	0,12 s	0,12 s	0,12 s	0,12 s
II	0,20 p	0,19 u	0,18 v	0,17 v
III	0,22 r	0,18 t	0,13 w	0,12 w

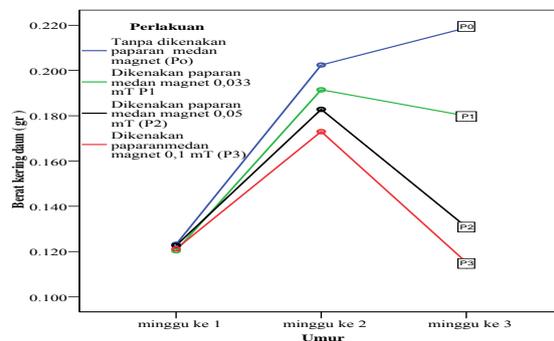
Keterangan:
Angka yang diikuti oleh huruf sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata pada uji Tukey-LSD dan Scheffe pada taraf sig. 5%

Pada minggu ke tiga, rata-rata berat kering daun kelompok tanaman tanpa dikenakan paparan medan magnet juga berbeda secara nyata dengan tanaman caisim yang dikenakan paparan medan magnet. Tetapi untuk tanaman caisim yang dikenakan perlakuan P₂ dan P₃ adalah tidak berbeda secara nyata. Berat kering daun yang terkecil adalah pada kelompok perlakuan P₃ yakni 0,12 gr dan berat kering daun terbesar pada kelompok perlakuan P₀ sebesar 0,22 gr.

Pada Gambar 5 tampak bahwa rata-rata awal berat kering daun relatif sama yakni 0,12 gr, 0,12 gr, 0,12 gr, dan 0,12 gr sedangkan rata-rata berat kering daun masing-masing kelompok dari minggu pertama ke minggu ke dua yakni untuk kelompok P₀ dari 0,12 gr menjadi 0,20 gr, kelompok P₁ dari 0,12 gr menjadi 0,19 gr, kelompok P₂

dari 0,12 gr menjadi 0,18 gr, dan kelompok P₃ dari 0,12 gr menjadi 0,17 gr. Kelompok P₀ menunjukkan penambahan berat kering daun yang sangat tajam, sedangkan kelompok P₃ menunjukkan penambahan berat kering daun yang lambat.

Rata-rata berat kering daun masing-masing kelompok dari minggu ke dua ke minggu ke tiga sangat berbeda yakni untuk kelompok P₀ dari 0,20 gr menjadi 0,23 gr, kelompok P₁ dari 0,19 gr menjadi 0,18 gr, kelompok P₂ dari 0,18 gr menjadi 0,13 gr, dan kelompok P₃ dari 0,17 gr menjadi 0,12 gr. Kelompok P₀ masih menunjukkan penambahan berat kering daun yang sangat tajam, sedangkan kelompok P₂ dan P₃ menunjukkan penurunan berat kering daun.



Gambar 5. Grafik Rata-rata Berat kering daun pada Minggu Pertama sampai dengan Minggu ke Tiga

Kelompok P₃ menunjukkan penurunan berat kering daun yang terbesar. Hal ini berarti bahwa pada minggu ke dua berat kering daun masing-masing kelompok perlakuan adalah maksimum selanjutnya pada minggu ke tiga mengalami penurunan.

Pembahasan

Perlakuan paparan medan magnet yang berbeda-beda berpengaruh secara nyata terhadap luas daun caisim pada minggu ke dua sampai dengan minggu ke tiga. Kelompok perlakuan tanaman caisim P₃ yang dikenakan paparan medan magnet sebesar 0,1 mT memiliki luas daun terkecil, baik pada minggu ke dua maupun minggu ke tiga setelah tanam. Luas daun tertinggi pada kelompok tanaman P₀ di sini merupakan salah satu bentuk pemanfaatan hasil fotosintesis yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok tanaman yang dikenakan paparan medan magnet. Kelompok P₀ menunjukkan nilai penambahan luas daun yang tertinggi, sedangkan kelompok P₁ masih ada menambahkan luas daun meskipun nilainya relatif kecil, namun kelompok P₂ dan P₃ justru menunjukkan pengurangan atau penyusutan nilai luas daun. Luas daun dapat digunakan untuk menggambarkan tentang kandungan total klorofil daun tiap individu tanaman. Permukaan daun yang semakin luas diharapkan

mengandung klorofil lebih banyak. Semakin besar paparan medan magnet yang dikenakan pada tanaman caisim tersebut menyebabkan semakin tidak sempurnanya proses fotosintesis yang terjadi. Hal ini menyebabkan semakin berkurangnya fotosintat yang terbentuk. Pembentukan fotosintat yang lambat ini menyebabkan kecepatan pembentukan organ-organ tanaman seperti kandungan klorofil pada daun caisim tersebut semakin lambat sehingga perubahan luas daunnya pun menjadi semakin mengecil. Penyusutan nilai luas daun yang terbesar terjadi pada kelompok tanaman P_3 yaitu dari $11,69 \text{ cm}^2$ menjadi $9,99 \text{ cm}^2$.

Pada Gambar. 3 tampak bahwa rata-rata kandungan klorofil daun masing-masing kelompok dari minggu kedua ke minggu ketiga sangat berbeda. Masing-masing kelompok menunjukkan penurunan kandungan klorofil daun dimana kelompok P_0 penurunannya adalah yang terkecil, sedangkan kelompok P_3 menunjukkan nilai penurunan yang terbesar.

Salah satu pendekatan untuk mengetahui kandungan klorofil daun adalah dengan mengukur tingkat kehijauan daun. Daun yang lebih hijau diduga memiliki kandungan klorofil yang tinggi. Perubahan warna yang kekuning-kuningan terjadi pada minggu ketiga untuk kelompok tanaman yang dikenakan perlakuan paparan medan magnet sebesar $0,1 \text{ mT}$ (P_3).

Menurut Santoso (2007), cahaya merupakan faktor eksternal yang sangat berpengaruh terhadap laju fotosintesis. Fungsi cahaya pada fotosintesis ialah sebagai sumber energi foton yang diubah menjadi energi kimia oleh klorofil. Keberhasilan cahaya dapat diabsorpsi oleh tanaman tergantung pada intensitas, lamanya penyinaran, dan fotooksidasi. Besarnya intensitas cahaya akan meningkatkan laju konsumsi CO_2 oleh tanaman, yang berarti pula meningkatkan laju fotosintesis. Pada minggu pertama sampai dengan minggu kedua nilai laju asimilasi bersih yang maksimum adalah $0,19 \text{ gr/cm}^2/\text{hari}$ pada kelompok perlakuan P_3 , sedangkan nilai laju asimilasi bersih minimum adalah $0,06 \text{ gr/cm}^2/\text{hari}$ pada kelompok P_0 . Nilai rata-rata laju asimilasi bersih untuk minggu ke dua sampai dengan minggu ke tiga menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, dimana masing-masing kelompok menunjukkan penurunan. Rata-rata laju asimilasi bersih maksimum adalah $0,02 \text{ gr/cm}^2/\text{hari}$ pada kelompok P_0 , sedangkan laju asimilasi bersih yang minimum adalah $-0,13 \text{ gr/cm}^2/\text{hari}$ pada kelompok P_3 .

Laju asimilasi bersih merupakan hasil bersih asimilasi persatuan luas daun dan waktu. Laju asimilasi bersih tidak konstan terhadap waktu, tetapi mengalami penurunan dengan bertambahnya umur tanaman (Gardner *et al.*, 1991). Laju asimilasi bersih tanaman caisim pada minggu ke dua sampai minggu ke tiga lebih kecil dibandingkan laju asimilasi bersih pada minggu pertama sampai minggu

ke dua. Nilai laju asimilasi bersih caisim pada minggu pertama sampai dengan minggu ke dua yang dipengaruhi oleh pemberian paparan medan magnet adalah lebih tinggi dari pada laju asimilasi bersih pada tanaman yang tidak dikenakan paparan medan magnet (P_0). Pada Gambar 4 tampak bahwa nilai laju asimilasi bersih tanaman caisim pada minggu pertama sampai dengan minggu ke dua yang dikenakan paparan medan magnet $0,1 \text{ mT}$ (P_3) justru mengalami laju asimilasi bersih yang maksimum yaitu $0,189 \text{ gr/cm}^2/\text{hari}$. Pemberian paparan medan magnet yang terbesar ($0,1 \text{ mT}$) nampaknya menjadi faktor pemicu laju asimilasi bersih tanaman caisim. Nilai laju asimilasi bersih tanaman caisim pada minggu ke dua sampai minggu ke tiga mengalami penurunan tertinggi pada kelompok perlakuan P_3 yaitu $-0,13 \text{ gr/cm}^2/\text{hari}$. Gardner *et al.*, (1991) menyatakan bahwa penuaan daun menyebabkan rendahnya laju asimilasi bersih karena berkurangnya proses fotosintesis, sedangkan respirasi tetap berlangsung. Dalam hal ini pemberian paparan medan magnet mengganggu proses fotosintesis baik reaksi terang maupun reaksi gelap sehingga jumlah klorofil dalam kloroplas menjadi berkurang. Berkurangnya klorofil menyebabkan berkurang pula fotosintat yang terbentuk sehingga berat kering daun pada minggu ke tiga menjadi lebih kecil dari berat kering daun pada minggu kedua. Penurunan berat kering tersebut disebabkan oleh tanaman caisim yang tetap melakukan proses fotorespirasi, sehingga laju asimilasi bersih menjadi bernilai negatif.

Pada Gambar 5 tampak bahwa tanaman caisim pada minggu ke dua memiliki nilai berat kering daun terkecil adalah pada kelompok perlakuan P_3 yakni $0,17 \text{ gr}$ dan berat kering daun terbesar pada kelompok perlakuan P_0 sebesar $0,20 \text{ gr}$. Pada minggu ke tiga, rata-rata berat kering daun juga sangat berbeda dimana berat kering daun yang terkecil adalah pada kelompok perlakuan P_3 yakni $0,12 \text{ gr}$ dan berat kering daun terbesar pada kelompok perlakuan P_0 sebesar $0,23 \text{ gr}$. Dalam hal ini terjadi penambahan nilai berat kering daun yang maksimum pada minggu ke dua selanjutnya mengalami penurunan pada minggu ke tiga. Menurut Gardner *et al.* (1991), laju asimilasi bersih merupakan ukuran efisiensi daun menghasilkan bahan kering dan secara langsung dipengaruhi oleh kemampuan daun dalam menyerap radiasi matahari dan hara. Nilai laju asimilasi bersih yang maksimum terjadi pada awal minggu kedua sehingga berat kering daun tanaman caisim juga menjadi maksimum pada awal minggu kedua seperti yang tampak pada Gambar 3. Perkembangan nilai laju asimilasi bersih semakin menurun dengan bertambahnya umur yang disebabkan oleh kecepatan pertambahan luas daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan kecepatan pertambahan berat kering daun. Meningkatnya luas daun yang seiring dengan bertambahnya umur tanaman tidak meningkatkan proses terjadinya fotosintesis. Hal ini diduga terjadi karena

daun-daun tidak efisien dalam melakukan proses fotosintesis karena adanya paparan medan magnet yang dapat mengganggu energi foton menuju daun. Dengan demikian menyebabkan produk total fotosintat lebih sedikit dibandingkan dengan luas daun. Pengaruh paparan medan magnet yang dikenakan selanjutnya sampai dengan minggu ketiga menyebabkan penyusutan berat kering daun pada kelompok tanaman yang dikenakan paparan medan magnet 0,05 mT (P₃) dan 0,033 mT (P₂). Energi cahaya (foton) menurut Gautreau (2007) adalah partikel elementer dalam fenomena elektromagnetik yang menuju membran tilakoid pada reaksi fotosintesis, dapat dihambat atau kuantitasnya menjadi berkurang oleh adanya paparan medan magnet dari saluran udara tegangan ekstra tinggi. Kemampuan dari kompleks antena yang membantu fotosistem menerima cahaya yang akan disalurkan dari molekul pigmen yang satu ke molekul pigmen yang lainnya menjadi terganggu atau berkurang, sehingga proses reaksi terang fotosintesis yang terjadi pada membran tilakoid kloroplas menjadi tidak sempurna. Dengan demikian pembentukan ATP (*adenosin trifosfat*) sebagai sumber energi kimia menjadi terganggu. Kemampuan pengikatan CO₂ juga menjadi berkurang pada reaksi gelap fotosintesis sehingga pembentukan glukasapun menjadi berkurang. Hal ini diduga terjadi karena proses fotosintesis semakin kecil sehingga tanaman caisim tersebut menggunakan glukosa dan komponen organik lainnya dalam sistem metabolismenya (fotorespirasi). Dengan demikian terjadi penyusutan luas daun, kandungan klorofil daun, laju asimilasi bersih yang seiring dengan penyusutan berat kering daun.

Hasil analisis diatas menunjukkan bahwa paparan medan magnet dapat mempengaruhi proses fotosintesis baik pada reaksi terang maupun pada reaksi gelap tanaman caisim. Tanaman caisim memberikan respon terhadap paparan medan magnet. Respon yang diberikan adalah respon negatif, ditunjukkan dengan penyusutan luas daun, kandungan klorofil daun, laju asimilasi bersih serta berat kering daun. Pengurangan kandungan klorofil mempengaruhi proses fotosintesis (Campbell dkk, 2002). Pada akhirnya mempengaruhi pembentukan daun.

Diantara keempat kelompok tanaman caisim yang diamati, kelompok yang paling besar memberikan respon yakni kelompok tanaman caisim yang dikenakan paparan medan magnet sebesar 0,1mT. Demikian pula dengan kelompok tanaman caisim yang dikenai paparan medan magnet sebesar 0,05 mT maupun 0,033 mT, secara nyata memberikan respon yang sama seperti pada kelompok tanaman caisim yang dikenai paparan medan magnet sebesar 0,1 mT.

Menurut Tribuana (2007), pengukuran kuat medan magnet di lapangan terbuka tanpa adanya pengaruh keberadaan pohon-pohonan, rumah serta obyek-obyek lain

didaerah Ciledug mencapai angka maksimum 0,0021 mTesla dititik 0 meter (sejajar tower), Cirata mencapai angka maksimum 0,036 mTesla pada titik sejarak 0 m. Kondisi ini sangat kontradiktif dengan ketentuan ambang batas yang telah ditetapkan oleh WHO karena pada hasil penelitian terhadap tanaman caisim yang dikenakan paparan medan magnet 0,033 mT secara nyata memberikan respon negatif.

Implikasinya untuk mengurangi pengaruh paparan medan magnet terhadap pertumbuhan tanaman, pihak PLN perlu mengupayakan sistem jaringan listrik saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) 500 kv hingga memberikan intensitas paparan lebih kecil dari 0,033 mT. Konsekuensi logis dari ketentuan tersebut menyarankan kepada PT.PLN untuk merevisi standar konstruksi jaringan saluran udara tegangan ekstra tinggi 500 kv mengingat pertumbuhan akan energi listrik yang semakin meningkat. Peningkatan arus listrik beban puncak menyebabkan semakin besarnya paparan medan magnet yang terjadi di bawah jaringan. Hal ini akan dapat memberikan dampak langsung terhadap pendapatan para petani yang lahannya dilintasi oleh kawat jaringan saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) 500 kv. Upaya yang mungkin dapat dilakukan oleh petani adalah tidak mengelola lahan pertaniannya dengan pembudidayaan sayuran sawi hijau/ caisim di bawah jaring saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) 500 kv.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Paparan medan magnet 0,033 mT sampai dengan 0,1 mT dapat menghambat pertumbuhan tanaman caisim.
2. Semakin tinggi paparan medan magnet menyebabkan:
 - a. Penurunan atau penyusutan luas daun pada perlakuan P₃ (0,1 mT) berturut-turut dari minggu ke dua sampai dengan minggu ke tiga adalah 11,69 cm² menjadi 9,99 cm².
 - b. Penurunan kandungan klorofil daun pada perlakuan P₃ berturut-turut dari minggu ke dua sampai dengan minggu ke tiga adalah 450,89 ppm menjadi 400,53 ppm.
 - c. Penurunan laju asimilasi bersih minggu ke dua sampai minggu ke tiga untuk paparan medan magnet 0,033 mT sampai dengan 0,1 mT seperti tampak pada P₃ dari 0,19 gr/cm²/hari menjadi – 0,13 gr/cm²/hari.
 - d. Penurunan berat kering daun tanaman caisim minggu ke dua sampai dengan minggu ke tiga untuk paparan medan magnet 0,033 mT sampai dengan 0,1 mT seperti tampak pada P₃ dari 0,17 gr menjadi 0,12 gr.

Saran

Berdasarkan hasil pembahasan dan simpulan di atas, maka saran-saran yang dapat disampaikan adalah sebagai berikut:

1. PLN perlu mengupayakan sistem jaringan listrik saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) 500 kv hingga memberikan intensitas paparan lebih kecil dari 0,033 mT.
2. Pemerintah bersama-sama institusi pendidikan agar mensosialisasikan kepada masyarakat khususnya petani agar tidak mengelola lahan pertaniannya dengan pembudidayaan sayuran sawi hijau/ caisim di bawah jaring saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET) 500 kv.
3. Penelitian ini dilakukan didalam ruangan Laboratorium Teknik Tenaga Listrik Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali, sehingga kendala yang ditemukan adalah intensitas cahaya matahari menjadi relatif kecil, temperatur relatif lebih tinggi dari udara luar. Untuk penyempurnaan hasil penelitian disarankan agar pembuatan simulasi jaringan saluran udara tegangan ekstra tinggi ditempatkan di luar ruangan sehingga cahaya matahari diupayakan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell, N.A., J.B. Reece, L.G. Mitchell. 2002. *Biologi*. Jakarta: PT. Penerbit Erlangga.
- Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi. 2002. Laporan Evaluasi Teknis dan Sosialisasi pada Masyarakat tentang Dampak Medan Listrik dan Medan Magnet dibawah SUTT/SUTET, Proyek Penelitian Teknologi Energi dan Ketenagalistrikan. Jakarta.
- Gautreau, R. 2007. *Fisika Modern*. Jakarta : PT. Penerbit Erlangga
- Gardner, F.P., R.Brent Pearce, Roger, and L.Michell. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Heddy, S. 2002 . *Ekofisiologi Tanaman.Suatu kajian kuantitatif pertumbuhan tanaman*. Jakarta :Penerbit PT Raja Grafindo Persada.
- Santoso, B. 2007. *Biologi*. Jakarta :Interplus
- Sudarti.1998. Pengaruh medan listrik dan medan magnet ELF oleh SUTET-500 kV terhadap status kesehatan penduduk yang bertempat tinggal di bawahnya (tesis). Surabaya. UNAIR .URL : <http://www.adln.lib.unair.ac.id>
- Tribuana, N. 2007. Pengukuran Medan Magnet Dibawah SUTET 500 KV.Jakarta: Ditjen Listrik dan Pengembangan Energi. URL : [http:// www.elektroindonesia.com](http://www.elektroindonesia.com)
- WHO. 1984. Extremely Low Frequency (ELF) Fields.Environments Health Criteria 35: Geneva. URL : www.who.int/entity/peh-emfs_iac2005.pdf