

Hubungan antara Jarak Tanam dari Kawah Sikidang Dieng dengan Ukuran Sel Penutup dan Jumlah Stomata Daun Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L)

Vicka Fitriani*, Sri Haryanti*, Sri Darmanti*,

**Laboratorium Biologi Struktur dan Fungsi Tumbuhan Jurusan Biologi FMIPA UNDIP*

PENDAHULUAN

Tanaman kentang merupakan sayuran yang bernilai gizi tinggi. Umbi merupakan bagian utama yang dimanfaatkan dari tanaman ini. Kandungan gizi yang terdapat di dalam umbi kentang antara lain protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi dan vitamin B.

Nasir dkk (1994) menyatakan bahwa kawah merupakan sumber gas sulfur dalam bentuk SO_2 dan atau H_2S . Menurut Syarifudin dalam Suwondo dan Harminani (1996) Kawah Sikidang merupakan salah satu kawah yang terdapat pada kompleks Dataran Tinggi Dieng.

Kawah Sikidang aktif mengeluarkan sulfur terus menerus dalam bentuk SO_2 dan atau H_2S (Firdaus dan Nasir, 1995).

Areal lahan pertanian kentang banyak dijumpai di sekitar Kawah Sikidang. Hal ini menyebabkan tumbuhan terkena oleh gas sulfur dalam konsentrasi tinggi (Firdaus dan Nasir, 1995).

Sulfur dapat masuk ke dalam jaringan tumbuhan melalui akar dan melalui stomata. Sulfur masuk melalui akar dalam bentuk SO_4 , dan masuk melalui stomata dalam bentuk SO_2 (Salisbury dan Ross, 1995b) Gas SO_2 dapat

menguasai control tanaman terhadap stomata, sehingga menyebabkan stomata membuka meski daun dalam keadaan stress air. Keadaan ini menyebabkan peningkatan laju difusi sulfur dioksida dan hilangnya air oleh transpirasi yang berlebihan (Spedding, 1969 dalam Fitter dan Hay, 1994). Menurut Connel dan Miller (1995), sulfur dapat bereaksi dengan air di dalam sel membentuk asam sulfite. Asam sulfite yang dihasilkan dapat mengubah klorofil menjadi phaeofitin, yakni suatu pigmen yang tidak aktif dalam fotosintesis. Menurut laju difusi yang tinggi akan meningkatkan keasaman sehingga kapasitas buffer protoplas terlewat. Hal ini menyebabkan hancurnya klorofil sehingga menghambat proses fotosintesis. Proses fotosintesis yang terhambat dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman, sehingga dapat mempengaruhi produktivitas tanaman.

Lingkungan udara yang tercemar oleh SO_2 menyebabkan terjadinya penurunan ukuran sel penutup dan jumlah stomata pada berbagai tanaman, disbanding lingkungan yang tidak tercemar (Mishra, 1982, Hal tersebut dilakukan sebagai bentuk adaptasi tanaman untuk membatasi masuknya polusi gas SO_2 ke dalam jaringan mesofil tanaman.

Menurut Nasir dkk (1994), kadar SO_2 dan H_2S yang berdifusi mengalami penurunan konsentrasi per satuan volume dengan semakin jauhnya jarak dari pusat kawah. Penurunan konsentrasi ini disebabkan gas sulfur terdeposit pada permukaan air, debu atau tumbuhan di sepanjang arah difusinya.

Pengaruh negatif dari gas sulfur yang berlebih menyebabkan tanaman perlu melakukan respon yang berbeda seiring menurunnya kadar sulfur dengan bertambahnya jarak dari Kawah Sikidang. Laju difusi sulfur ke dalam jaringan tanaman akan berkurang dengan ukuran sel penutup stomata yang kecil. Hal ini menjadi latar belakang perlu dilakukannya suatu penelitian mengenai hubungan antara jarak penanaman yang berbeda dari Kawah Sikidang terhadap ukuran sel penutup dan jumlah stomata daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L).

Stomata pada Angiospermae berasal dari pembelahan protoderm yang membentuk sel induk sel penutup. Sel induk kemudian membelah menghasilkan dua sel anakan yang tidak sama besar. Sel anakan yang berukuran kecil akan membelah membentuk dua sel yang berukuran sama besar. Kedua sel inilah yang menjadi sel penutup. Kedua sel penutup mengalami perluasan mencapai bentuk khas, kemudian zat antar kedua sel penutup membengkak dan hubungannya melemah, sehingga terbentuk stomata. Sel anakan yang berukuran besar mengalami pembelahan dan perkembangannya akan mengitari sel penutup yang telah terbentuk disebut sel tetangga (Sutrian, 1992 dan Estiti, 1995). Menurut pandey dan Sinha (1993) sel penutup terdiri dari sepasang sel yang kelihatan simetris. Dinding atas dan bawah tampak adanya alat yang berbentuk birai (ledges) yang berfungsi sebagai pembatas ruang, serat halus selulosa tersusun melingkar dan bersifat relatif tidak elastis.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan di sekitar kawah Sikidang, Dieng, Wonosobo., sedang pembuatan dan pengamatan preparat di Lab. BSFT Jurusan Biologi FMIPA UNDIP .

Peralatan laboratorium yang digunakan adalah gelas penutup, gelas benda, mikroskop, mikrometer dan kamera. Bahan yang digunakan/diamati adalah sample daun tanaman kentang, alkohol 70%, cat kuku warna transparan.

Cara Kerja

Penentuan titik tanam dilakukan dengan cara menarik garis dari kompleks kawah terluar sampai lahan pertanian yang akan digunakan sebagai lokasi penelitian (kearah timur). Jarak 100 m dari kawah terluar ditetapkan sebagai titik tanam (P1). Penentuan titik tanam selanjutnya dengan melakukan penambahan jarak tanam setiap 200 m hingga titik ke empat.

Jadi perlakuan tersebut menjadi sebagai berikut :

P1 = Jarak 100 m dari kompleks kawah

P2 = Jarak 300 m dari kompleks kawah

P3 = Jarak 500 m dari kompleks kawah

P4 = Jarak 700 m dari kompleks kawah

Penyiapan media tanam dalam polybag dilakukan dengan cara: setiap polybag berukuran 30 x 30 cm diisi pupuk kandang ayam 159 g yang dicampur rata dengan 250 g tanah

kemudian ditambahkan tanah setinggi \pm 5 cm pada permukaan campuran media. Pupuk TSP sebanyak 3,2g dimasukkan ke lubang yang berjarak \pm 10 cm dari bagian tengah polybag. Media tersebut didiamkan selama tiga hari.

Penanaman umbi untuk bibit memiliki tunas setinggi \pm 2 cm ditanam dengan mata tunas menghadap keatas, kemudian ditimbun sampai umbi tidak terlihat. Pemeliharaan dengan penyiraman sebanyak \pm 240 ml air setiap dua hari sekali. Lalu pemupukan susulan berupa KCl 0,8 g dan Urea 1,3 g diberikan 21 hari setelah masa tanam. Pencegahan hama dan penyakit dilakukan dengan penyemprotan insektisida dan fungisida dalam waktu yang bersamaan dengan dosis 2,5 g insektisida dalam 2 L air dan 2 mL fungisida dalam 1 L air. Interval penyemprotan setiap dua minggu sekali .

Pembuatan preparat : 1) Oleskan cat kuku pada permukaan daun. 2) Dibiarkan 10 menit supaya kering. 3) Cat kuku dikelupas menggunakan silet, lalu diletakkan di atas gelas benda dan ditutup gelas penutup. 4) Sudut-sudut gelas penutup diberi cat kuku sebagai perekat. 5) Pengamatan dengan mikroskop dan pengukuran dilakukan dengan mikrometer yang sudah ditera.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 9 ulangan. Ulangan diperoleh dari 3 sample daun yang diambil dari tiap tiga tanaman. Data yang diperoleh dianalisis dengan *Analysis of Varians* (ANOVA) dan jika ada beda nyata dilanjutkan dengan Duncan's Multiple Range test (DMRT) pada taraf

signifikansi 95%. Analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara jarak penanaman yang berbeda terhadap ukuran sel penutup dan jumlah stomata daun tanaman

kentang adalah dengan uji Regresi linier sederhana dengan taraf signifikansi 95% (Prastito, 2001).

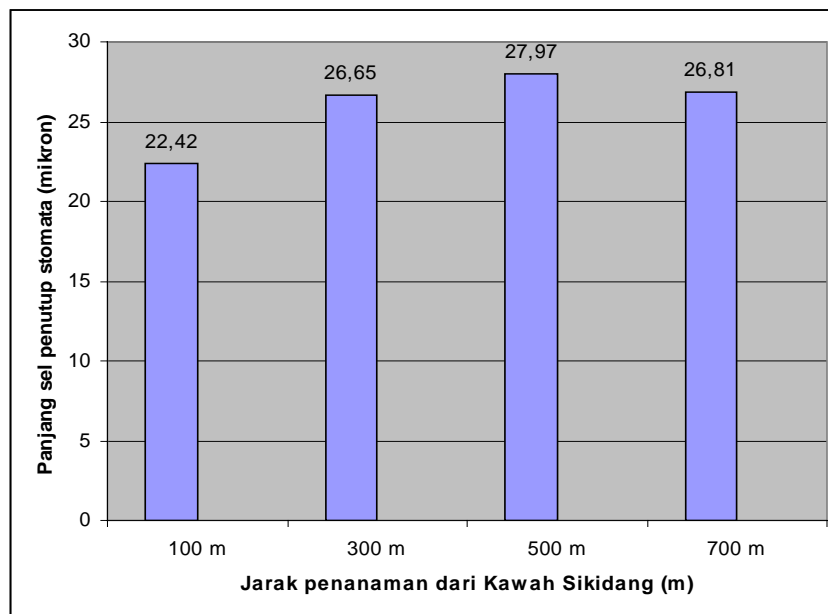
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Ukuran Sel Penutup

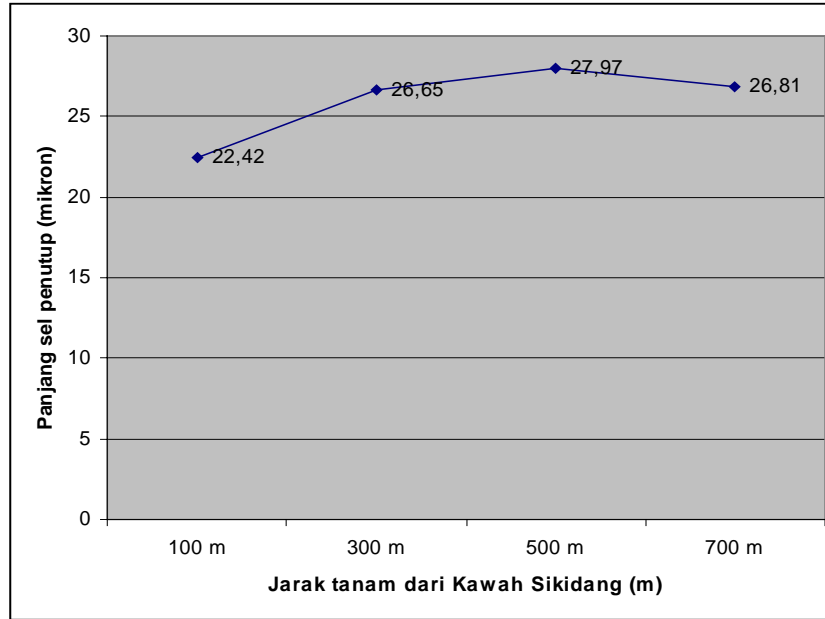
Tabel 01. Rerata ukuran panjang sel penutup stomata (μm) daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) dengan jarak tanam berbeda dari Kawah Sikidang

P1 (100m)	P2 (300m)	P3 (500m)	P4 (700m)
22,42 ^a	26,65 ^b	27,97 ^b	26,81 ^b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan adanya beda nyata Pada uji Duncan dengan taraf signifika 95%



Gambar I. Histogram rerata ukuran panjang sel penutup stomata (μm) daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) dengan jarak tanam berbeda dari Kawah Sikidang.



Gambar 2. Grafik regresi jarak tanam dari Kawah Sikidang terhadap ukuran Panjang sel penutup stomata (μm) daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L).

Berdasarkan hasil analisa uji Duncan terhadap ukuran panjang sel penutup stomata menunjukkan beda nyata antara P1 (100m) terhadap P2, (300m), P3 (500m), dan P4 (700m).

Hasil analisa Regresi linier sederhana antara jarak tanam dari Kawah Sikidang terhadap ukuran panjang sel penutup stomata diperoleh nilai korelasi R positif yaitu 0,570 dengan persamaan regresi $Y = 25,963 + 2,178X$.

Nilai korelasi (r) sebesar 0,570 menunjukkan bahwa terhadap hubungan yang cukup berarti antara jarak tanam dari Kawah Sikidang terhadap ukuran panjang sel penutup stomata. Hal ini menjelaskan bahwa jarak tanam dari Kawah Sikidang berpengaruh pada ukuran sel penutup stomata yang terbentuk.

Menurut Fahn (1995), pada awal pertumbuhan vegetatif tanaman, daun masih dalam bentuk primordial. Pada primordial daun

belum ditemukan adanya sel penutup. Sel penutup yang belum terbentuk menyebabkan difusi gas sulfur berlangsung melalui ruang interfibriler (ektodesmata) yang terdapat pada dinding sel protoderm tanaman. Menurut Fahn (1995), ektodesmata merupakan ruang pada dinding sel tanaman yang berhubungan dengan udara dan berfungsi sebagai saluran tempat keluar masuknya zat dari atau ke dalam protoplas.

Menurut Nasir, dkk (1994), Kawah Sikidang mengeluarkan sulfur terus menerus ke atmosfer. Gas sulfur yang berdifusi masuk ke dalam dinding sel akan terlarut dan dapat bereaksi dengan air menghasilkan hydrogen sulfite (HSO_3) yang kemudian berubah menjadi ion sulfite (SO_3^{2-}). Sulfite yang dihasilkan dapat langsung didistribusikan ke dalam protoplas secara langsung dan sebagian mengalami

perubahan terlebih dahulu menjadi ion sulfat (SO_4^{2-}) oleh enzim peroksidase yang ada didalam dinding sel. Sulfit dan sulfat yang dihasilkan akan didistribusikan ke dalam protoplas terutama pada organel kloroplas (Malhotra dan Hocking, 1976 dan Larcher, 1995). Kedua senyawa tersebut dapat bereaksi dengan ATP untuk membentuk asam amino sistein dan methionin dan glutathion di dalam kloroplas (Larcher, 1995 dan Salisbury dan Ross, 1995b).

Difusi sulfur yang terjadi terus menerus menyebabkan kadar sulfite dan sulfat yang terakumulasi di dalam sel lebih banyak dari pada yang masuk ke dalam jalur metabolisme normal untuk menghasilkan senyawa organik. Hal ini menyebabkan bahan yang terlarut dalam protoplasma meningkat, sehingga akan menurunkan potensial air di dalam sel. Keadaan tersebut akan mempengaruhi proses pembentangan sel pada pertumbuhan vegetatif tanaman. Menurut Leopold dan Kriedemann (1985), proses pembentangan sel yang terjadi selama proses pertumbuhan akan mempengaruhi ukuran sel yang nantinya terbentuk.

Meningkatnya bahan terlarut di dalam sel menyebabkan potensial air menjadi berkurang, sehingga tekanan turgor menjadi berkurang (Hale and David, 1987). Hal ini menyebabkan proses pembentangan sel menjadi tidak maksimal (Leopold dan Kriedemann, 1985). Proses pembentangan yang tidak maksimal mengakibatkan ukuran sel penutup stomata yang terbentuk menjadi pendek seiring dengan

semakin dekatnya jarak penanaman kentang dari kawah Sikidang. Disamping itu Pandey dan Sinha (1993) menyatakan bahwa adanya pola susunan serat halus selulosa pada dinding selnya yang tersusun melingkar menyebabkan ketidak elastisan untuk memanjang. Sedangkan jarak yang semakin jauh dari kawah diduga terjadi penurunan bahan terlarut dalam sel yang mengakibatkan potensial air naik dan tekanan turgor juga naik. Hal ini mendorong terjadinya pemanjangan sel-sel penutup, sehingga penyerapan oksigen dan transpirasi lebih lancar.

Pada sel penutup terdapat serat halus selulosa dengan susunan melingkar. Pola susunan melingkar ini disebut miselisasi radial. Serat ini relative tidak elastis, dan jika sel penutup menyerap air, maka sel tidak membesar diameternya melainkan memanjang. Sepasang sel penutup melekat satu sama lain pada kedua ujungnya, sehingga jika keduanya memanjang akan mengakibatkan lengkungan keluar, dan terbentuklah stomata. Hal ini berarti bahwa ukuran stomata yang terbentuk di pengaruhi oleh ukuran panjang sel penutup. Menurut Webber et al (1994), pergerakan polutan udara masuk ke dalam jaringan tanaman melibatkan proses aliran udara pada permukaan tanaman, kemudian difusi polutan melalui stomata. Jumlah polutan yang masuk ke dalam jaringan tanaman melalui daun ditentukan oleh ukuran stomata.

Gas sulfur yang terdifusi ke atmosfer mengalami penurunan konsentrasi dengan bertambahnya jarak dari Kawah Sikidang. Jarak penanaman yang hanya 100m dari Kawah

Sikidang, menyebabkan tanaman berada pada lingkungan dengan kadar sulfur paling tinggi, sehingga ukuran sel penutup yang terbentuk paling pendek. Hal tersebut menyebabkan ukuran stomata yang akan terbentuk menjadi lebih kecil. Tanaman akan mengurangi laju difusi sulfur ke dalam jaringannya dengan mengurangi ukuran stomata. Meskipun ukuran sel penutup berbeda tidak nyata pada jarak

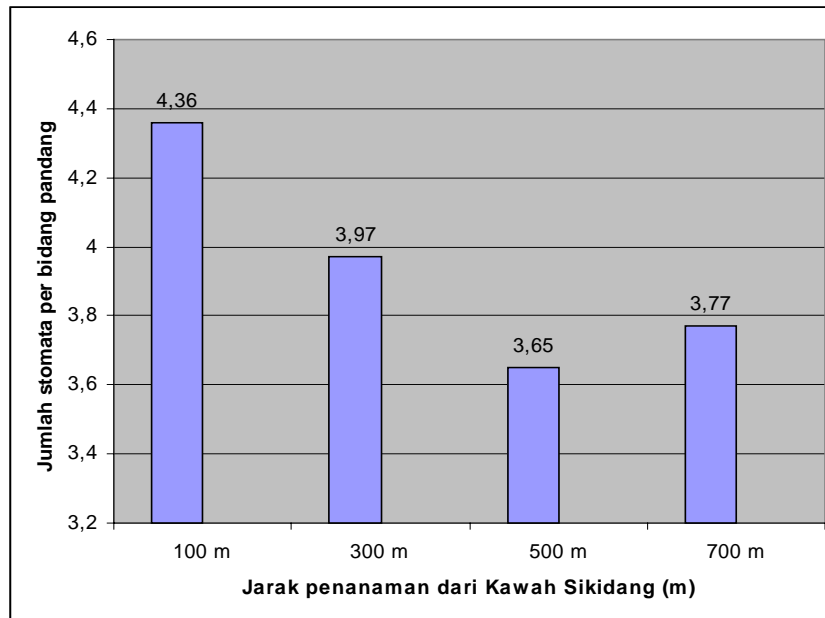
penanaman 300m, 500m, 700m, namun berdasarkan hasil analisis regresi linier sederhana diperoleh informasi bahwa semakin jauh dari kawah semakin panjang ukuran sel penutup yang terbentuk. Hal ini merupakan respon tanaman terhadap kadar sulfur yang semakin menurun dengan semakin jauhnya jarak dari Kawah Sikidang.

4.2. Jumlah Stomata

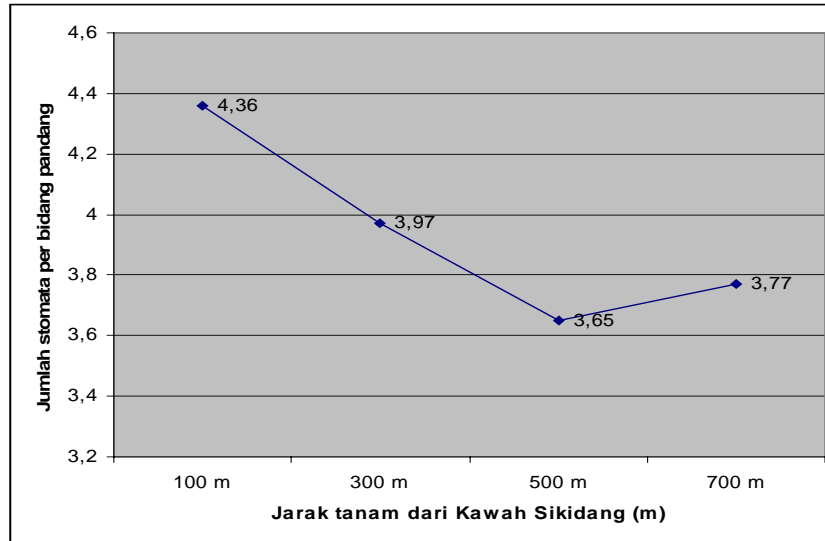
Tabel 02. Rerata jumlah stomata daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) dengan jarak tanam berbeda dari Kawah Sikidang

P1 (100m)	P2 (300m)	P3 (500m)	P4 (700m)
4,36 ^a	3,97 ^b	3,65 ^b	3,77 ^b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf berbeda menunjukkan adanya beda nyata pada uji Duncan dengan taraf signifikansi 95%



Gambar : Histogram rerata jumlah stomata per bidang pandang daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) dengan jarak tanam berbeda dari Kawah Sikidang.



Gambar 4. Grafik regresi linier sederhana jarak tanam dari Kawah Sikidang terhadap Jumlah stomata per bidang pandang pada daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L).

Berdasarkan hasil uji Duncan terhadap ukuran sel penutup stomata diperoleh beda nyata antara P1 (100m) terhadap P2 (300m), P3 (500m), dan P4 (700m) Perbedaan tidak nyata ditunjukkan antara P2 (300m), P3 (500m), dan P4 (700m).

Hasil analisis regresi linier antara jarak tanam dari Kawah Sikidang terhadap jumlah stomata daun tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L) diperoleh nilai korelasi r negatif yaitu -0,589 dengan persamaan regresi $Y = 3,936 - 0,315X$.

Nilai korelasi r sebesar -0,589 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang cukup berarti antara jarak tanam dari Kawah Sikidang terhadap jumlah stomata. Hal ini menjelaskan bahwa jarak tanam dari Kawah Sikidang berpengaruh pada jumlah stomata. Meskipun perbedaan nyata hanya ditunjukkan pada P1 (100m) terhadap perlakuan lain saja, namun dari hasil analisis regresi linier sederhana

menunjukkan bahwa semakin jauh dari Kawah Sikidang jumlah stomata menjadi semakin sedikit.

Kadar sulfur udara yang menurun dengan bertambahnya jarak dari kawah menyebabkan potensial air di dalam sel meningkat sehingga tekanan turgornya meningkat. Proses penyerapan oksigen untuk fotosintesis berjalan lebih optimal, sehingga hasil asimilat meningkat. Karbohidrat sebagai bahan respirasi akan menghasilkan ATP untuk pertumbuhan tanaman. Hal ini menyebabkan proses pembelahan dan pembentangan sel-sel epidermis menjadi meningkat akibatnya ukuran sel yang terbentuk menjadi lebih besar. Ukuran sel yang besar menyebabkan kerapatan stomata menjadi menurun (Hale and David, 1987). Diduga akibat sifat dari sulfur yang mobil dapat mudah dilepaskan ke buah dan biji menjelang dewasanya, maka mempengaruhi distribusi stomatanya. Kerapatan stomata yang menurun

menyebabkan jumlah stomata per bidang pandang menjadi sedikit. Namun hal ini akan memperlancar transpirasi sehingga penyerapan air untuk pertumbuhan tanaman meningkat yang secara tidak langsung akan mengurangi efek masuknya sulfur ke dalam sel.

KESIMPULAN

1. Terdapat hubungan antara jarak tanam dari kawah Sikidang dengan ukuran panjang sel penutup dan jumlah stomata
2. Semakin dekat jarak tanam dengan kawah Sikidang ukuran panjang sel penutup semakin menurun tetapi jumlah stomata semakin banyak.