

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Lichenes

Lichenes adalah bentuk asosiasi dari alga dan fungi yang hidup bersama di dalam hubungan simbiosis, yang menghasilkan tubuh baru dalam bentuk thallus Lichenes. Beberapa bagian tubuh Lichenes seperti filamen-filamen fungi yang disebut hifa, dimana filamen ini berhubungan dengan alga. Kelompok-kelompok fungi membentuk struktur dan pertahanan untuk alga dan mengekstrak mineral untuk digunakan oleh Lichenes. Alga melakukan proses fotosintesis yang menghasilkan karbohidrat untuk kebutuhan hidupnya dan untuk fungi sebagai simbion (Anonim, 1997). Alga yang ikut menyusun tubuh Lichenes disebut gonidium, dapat bersel tunggal atau berupa koloni. Kebanyakan gonidium adalah ganggang biru (Cyanophyceae) antara lain *Chroococcus* dan *Nostoc*, kadang-kadang juga ganggang hijau (Chlorophyceae) misalnya *Cystococcus* dan *Trantepohlia*. Kebanyakan cendawan yang ikut menyusun Lichenes tergolong dalam Ascomycetes terutama *Discomycetales*, hanya kadang-kadang *Pyrenomycetales* (Tjitrosoepomo, 1989)

Kebanyakan Lichenes berkembang biak secara vegetatif, karena bila sebagian thallus terpisah lalu tumbuh merupakan individu baru. Pada beberapa jenis Lichenes, pembiakan berlangsung dengan perantaraan soredium, yaitu sel-sel alga yang sedang membelah dan diselubungi benang-benang miselium menjadi suatu badan yang terlepas dari induknya. Dengan robeknya dinding thallus,

serodium tersebar seperti debu yang ditiup angin. Benda-benda tersebut pada tempat lain dapat tumbuh menjadi Lichenes baru. Sering kali serodium itu terjadi dalam thallus pada tempat-tempat yang mempunyai batas-batas yang jelas yang dinamakan sorallum (Tjitrosoepomo, 1989).

Pada thallus Lichenes fungi akhirnya dapat membentuk badan buah yang menurut jenis fungi dapat berupa apotesium atau peritesium. Spora yang dilepaskan di tempat yang baru berkembang menjadi Lichenes yang baru jika menjumpai jenis alga yang tepat, yang sama dengan jenis alga pada thallus induknya (Tjitrosoepomo, 1989).

Lichenes dapat tumbuh di pepohonan, lumut, tanah dan batu. Menurut bentuk dasarnya Lichenes dibagi menjadi empat kelompok (Anonim, 1998), adalah :

1. Berupa kerak (Crustaceus), yang terdiri atas lapisan tipis pada batuan atau bahan lainnya.
2. Berupa lembaran (Folioceus), bentuk tubuh merayap, pipih dengan lekuk-lekuk seperti daun.
3. Berupa semak (Fruticoceus), tumbuh keatas, bercabang dan sering menyerupai semak.
4. Bentuk telinga (Squamoceus); bentuk menyerupai telinga, ditemukan diatas tanah, akar kayu atau hidup diantara lumut.

Lichenes membutuhkan tempat tinggal atau substrat yang kering dan hanya membutuhkan cahaya, udara dan sedikit mineral. Lichenes menyerap

mineral-mineral yang dibutuhkan dari substrat tanah dan air hujan hanya pada saat untuk bertahan hidup dengan kondisi ekologi yang kurang baik, tetapi yang utama Lichenes menyerap air dan kebutuhan lainnya dari udara untuk kelangsungan hidupnya (Anonim, 1998).

Dalam pengambilan nutrisi untuk kebutuhan hidup Lichenes dilakukan oleh kortikulus, yaitu berupa lubang yang menyerupai stomata yang terletak di bagian kulit luar (korteks atas). Berbeda dengan stomata, penyerapan nutrisi dilakukan dengan selektif, tetapi pada kortikulus nutrisi yang diserap tidak diseleksi sehingga semua zat baik itu nutrisi atau zat racun akan terambil masuk ke tubuh Lichenes. Oleh karena itu Lichenes ini mudah sekali terakumulasi zat racun yang bisa menghambat pertumbuhannya sampai dengan mematikannya. Jumlah kortikulus yang tersebar sangat mempengaruhi daya tahan Lichenes terhadap zat racun. Semakin banyak kortikulus maka kemungkinan zat racun yang masuk ke tubuh semakin banyak sehingga apabila terakumulasi di jaringan tubuh akan berakibat mengganggu pertumbuhannya, demikian sebaliknya apabila semakin sedikit kortikulus yang ada maka semakin sedikit pula zat racun yang masuk. Banyaknya jumlah kortikulus pada Lichenes ini berbeda untuk tiap kelompok dan tiap individunya. Jumlah kortikulus ini berdasar pada bentuk tubuh Lichenes dan suhu lingkungan. Bentuk tubuh Lichenes yang besar akan mempunyai jumlah kortikulus yang banyak, sebagai contoh *Usnea* (bentuk semak), jenis ini harus mempunyai kortikulus yang banyak sebagai syarat agar kebutuhan nutrisinya terpenuhi, sehingga *Usnea* ini mudah sekali dimasuki zat racun. Pada jenis Lichenes kerak dan lembaran terdapat jumlah kortikulus yang

lebih sedikit karena bentuk tubuh keduanya yang lebih kecil bila dibandingkan dengan bentuk semak sehingga nutrisi yang dibutuhkan juga sedikit, maka kemungkinan terakumulasinya zat racun ke tubuh juga sedikit. Suhu juga mempengaruhi jumlah kortikulus yang ada, pada suhu yang dingin jumlah kortikulus pada satu jenis spesies akan lebih sedikit bila dibandingkan dengan kortikulus spesies tersebut di daerah yang panas (Garty *et al.*, 1986).

Lichenes tersebar luas di alam dari daerah kutub utara sampai kutub selatan, dari daerah dataran tinggi sampai dataran rendah. Lichenes merupakan koloni pertama yang menghuni lahan atau tempat kosong yang belum ditumbuhi tumbuhan lain. Lichenes merupakan tipe vegetasi yang sangat kuat untuk bertahan hidup, namun organisme ini sangat sensitif terhadap polutan udara, khususnya sulfur dioksida (SO₂) (Jenifer *et al.*, 1996). Lichenes bereaksi dengan emisi polutan menurut Jenifer *et al.*(1996) Sensitivitas Lichenes bervariasi terhadap polusi udara, perbedaan tersebut dipengaruhi oleh faktor morfologi dan fisiologi yang meliputi :

- Kandungan klorofil, dimana pada Lichenes kandungan klorofil rendah sehingga hasil dari fotosintesis dan metabolisme rata-rata rendah, pertumbuhan lambat dan kapasitas dari regenerasi juga lambat.
- Ketidakadaan kutikula, sehingga dengan mudah polutan mendekati thallus.
- Kortikulus Lichenes menyerap air dan nutrisi secara langsung dari udara.

- Keseimbangan air dari Lichenes, hampir seluruhnya merupakan fungsi untuk kelembaban atau presipitasi jadi kesempatan untuk asimilasi dan regenerasi terbatas.
- Lichenes mengakumulasikan bahan yang bermacam-macam tanpa seleksi.
- Bahan yang diabsorpsi akan terakumulasi karena tidak adanya ekskresi.

Adapun efek dari polusi udara terhadap Lichenes dapat dilihat dengan adanya perubahan-perubahan pada Lichenes.

1. Perubahan eksternal, meliputi :

- perubahan warna thallus
- penurunan ukuran thallus
- penambahan ketebalan thallus

2. Perubahan anatomi, meliputi :

- penambahan angka kematian dan plasmolisis sel-sel alga
- penurunan ukuran dan angka regenerasi sel-sel alga

3. Perubahan fisiologi, meliputi :

- perubahan antara hidup dan matinya sel-sel alga
- penurunan absorpsi CO_2 dan respirasi
- perubahan kandungan air dari thallus
- penurunan fiksasi nitrogen
- penurunan dari aktivitas enzim posphatase
- perubahan konsentrasi kimiawi.

Lichenes dapat digunakan untuk mengukur elemen polutan yang bersifat racun dan logam radioaktif, karena Lichenes ini mengikat substansi tersebut. Peneliti-peneliti lingkungan dapat mengevaluasi tentang akumulasi ini untuk menentukan polutan udara (James, 1982). Seperti yang dilakukan oleh Zakshek,dkk (1986) mereka telah meneliti kandungan SO_2 di jaringan Lichenes untuk mengetahui tingkat polusi SO_2 di Kanada bagian timur (Kovacks, 1992). Lichenes digunakan sebagai indikator dari SO_2 didasarkan atas hubungan antara kehadiran Lichenes dengan SO_2 diudara (Freige, 1982 dalam Kovacks, 1991).

B. Sulfur dioksida (SO_2)

Udara yang dibutuhkan semua makhluk hidup berupa campuran berbagai macam gas. Gas ialah suatu substansi yang terdiri dari molekul-molekul yang bergerak cepat ke arah yang tidak beraturan, sehingga menekan ke segala arah dan selalu mengisi penuh ruangan yang diberikan kepadanya. Lingkungan udara sering disebut atmosfer. Udara selalu mengandung uap air, yang banyak sedikitnya tergantung pada temperatur dan keadaan setempat.

Menurut Dengel (1983)dalam Ruslan (1988), udara pada permukaan bumi tanpa uap air mempunyai komposisi sebagai berikut :

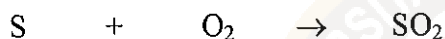
Tabel 01. Komposisi udara kering pada permukaan bumi

Komposisi udara kering pada permukaan bumi	
Macam gas	Persen volume
Zat lemas atau Nitrogen (N ₂)	78,08
Zat pembakar atau Oksigen (O ₂)	20,93
Argon (Ar)	0,93
Gas asam arang (CO ₂)	0,03
Neon (Ne)	0,0018
Helium (He)	0.0005
Gas zat air (H ₂)	0.001
Iodium (I)	$3,5 \times 10^{-9}$
Super oksida zat air (H ₂ O ₂)	4×10^{-8}
Ozon (O ₃)	2×10^{-6}

Udara dikatakan murni apabila komposisinya seperti yang tercantum dalam tabel komposisi udara kering tersebut diatas. Di alam tentu ada zat-zat lain, gas atau partikel yang mencampuri udara sehingga udara tidak murni lagi. Di dalam udara yang tidak murni organisme dapat hidup baik karena dia memang ada dan dibesarkan dalam keadaan semacam itu, bahkan kalau udara sungguh-sungguh murni tidak ada uap airnya banyak organisme yang tidak dapat hidup. Unsur-unsur yang mencampuri tersebut sering disebut dengan polutan, yaitu sesuatu yang membuat cemar dan mengotori udara. Tetapi untuk kehidupan belum tentu hal tersebut merupakan pencemaran, sampai makhluk hidup yang mengisap

mengalami gangguan. Biasanya dikatakan bahwa udara itu mengalami pencemaran atau polusi apabila mengandung zat-zat tertentu entah karena sifatnya atau karena jumlahnya yang terlalu banyak sehingga menimbulkan gangguan bagi makhluk hidup yang menempati. Polutan bermacam-macam, ada yang alami dan yang buatan manusia, ada yang berbentuk gas dan yang partikel-partikel, ada yang partikel padat dan ada yang cair (Ruslan, 1988).

Belerang atau sulfur membuat persenyawaan yang masuk ke dalam udara berupa gas, yaitu SO_2 (sulfur dioksida) dan H_2S (hidrogen sulfida). Sulfur dioksida (SO_2) merupakan hasil pembakaran belerang atau proses kimia lainnya, yang menurut Ruslan (1988) mempunyai rumus kimia:



Sulfur dioksida banyak dihasilkan dari kawah gunung berapi atau dari solfatar, misalnya di daerah pegunungan Dieng yang banyak terdapat solfatar. Di daerah tersebut kita sering membau rangsangannya gas SO_2 . Di kota besar SO_2 dikeluarkan oleh pabrik-pabrik yang menggunakan belerang atau bahan yang mengandung belerang atau oleh pembakaran batubara dan minyak bumi, karena bahan bakar tersebut pada umumnya mengandung belerang. Apabila jumlahnya dalam udara besar dapat melunturkan warna dan merusak bahan, bahkan sering menimbulkan kematian. Konsentrasi SO_2 netral di alam adalah 0,28 sampai 2,8 mg/m^3 , tetapi karena adanya polusi maka kandungan SO_2 di udara bisa mencapai lebih dari 200 mg/m^3 (Otto, 1988).

SO_2 merupakan faktor utama dari kematian Lichenes. Jenis Lichenes Fruticoceus sangat mudah terpengaruh oleh SO_2 dibandingkan dengan jenis

Folioceus dan Crustaceus (Seaward ,1994 dalam Jenifer *et al.*, 1996). Efek dari SO₂ dapat mengurangi hasil respirasi dan fotosintesis, menambah tebal membran permiabel sel, menambah jumlah ion K⁺ dan kehilangan ion lainnya, juga mengubah struktur pokok sel. Pada komponen alga yaitu pada thallus terbukti dapat menyebabkan plasmolisis (Wetmore ,1985 dalam Jenifer *et al.*, 1996). Rendahnya pH dapat menambah daya racun dari SO₂ (Farmer *et al.*, 1991 dalam Anonim, 1998). Pada umumnya mekanisme dari efek racun ini terdapat pada thallus Lichenes (Jenifer *et al.*, 1996).

C. Kawah Sikidang

Kawah Sikidang terletak pada ketinggian kurang lebih 2000 dpl, merupakan salah satu dari sekian banyak kawah di dataran tinggi Dieng yang secara terus menerus mengemisikan gas belerang. Selain terdapat kawah-kawah yang masih aktif mengeluarkan gas belerang, di sekitar kawah juga terdapat solfatar-solfatar sehingga daerah ini mengemisikan SO₂ ke udara dalam jumlah yang relatif besar (Ruslan, 1988). Komponen penyusun gas belerang yang terdapat di sekitar kawah Sikidang adalah SO₂ dan H₂S (Sukhyas ,1991 dalam Anonim, 1995) yang sangat fitotoksik (Maos *et al.*, 1983 dalam Anonim, 1995).

Walaupun di kawah gunung berapi menghasilkan sekitar 2-5% dari produksi gas belerang dunia tetapi habitat di sekitar kawah gunung berapi memungkinkan sekali terkena gas ini pada konsentrasi yang relatif tinggi. Kawah gunung baik yang aktif maupun yang tidak aktif biasanya merupakan sumber gas belerang. Gas ini kemudian berdifusi ke atmosfer ke arah vertikal maupun

horizontal dengan kecepatan dan arah penyebaran yang ditentukan oleh konsentrasi gas dipermukaan kawah, keadaan cuaca khususnya angin dan topografis tempat. Pada waktu gas belerang berdifusi ke atmosfer terjadi proses pengenceran, kadang sebagian dari gas terdeposit basah atau kering pada permukaan benda atau organisme yang menghalanginya, sehingga memungkinkan terbentuknya gradien konsentrasi gas belerang dan keasaman habitat sepanjang arah difusi gas (David dan Comwell, 1987 dalam Anonim, 1994). Adapun jenis Lichenes yang dijumpai di gunung biasanya dari jenis Crustose dan Foliose (Naughton dan Wolf, 1990).

D. Kerapatan

Istilah kerapatan mengacu kepada jumlah spesies atau jenis-jenis struktur dalam komunitas. Kerapatan spesies didefinisikan sebagai jumlah spesies per kuadrat (Michael, 1994). Ada beberapa hal yang mempengaruhi kerapatan suatu individu diantaranya adalah stabilitas iklim dan produktivitas (Naughton dan Wolf, 1990).