**RESPON FOTOSINTESIS MAKROALGA TERHADAP TEKANAN DESIKASI PADA ZONA INTERTIDAL BERBATU DI DENSHIN HAMA PERAIRAN MURORAN, JEPANG**

**Mohamad Gazali1, Yun- kae kiang2, Masataka Hoashi3**

1 Program Studi Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar, Aceh Barat

2 National Taiwan University, Taiwan

3 Sekolah Ilmu Kedokteran Hewan , Kitasato University, Jepang

Korespondensi : mohamadgazali@utu.ac.id

**Abstract**

Dessiccation factors is affecting to photosynthesis response in macroalgae leaf exposed to light of the environment. Hypothesis of this research is macroalgae species scattered in upper zone having high tolerance against dessiccation. This research aims to analyzing macroalgae spesies productivity with using PAM fluorometer. Some species of seaweed was collected like *Ulva pertusa*, *Polyopes affinis*, *Gloiopeltis furcata*, *Sargassum thunbergiii* and *Saccharina japonica*. Seawed sampling is based on it dominance in the rocky intertidal zone which includes upper, middle and lower zone. Result of the study show *Ulva pertusa* less tolerance to dessiccation stress and rarely it can growth in rocky intertidal zone. Nevertheless, species of *Polyopes affinis*, *Gloipertis furcata*, *Sargassum thunbergii*and *Saccharina japonica* have been gradually increased which it show ability to dessiccation stress from exposure to free air.

Keywords: dessiccation, photosynthesis, macroalgae, intertidal

**1. Pendahuluan**

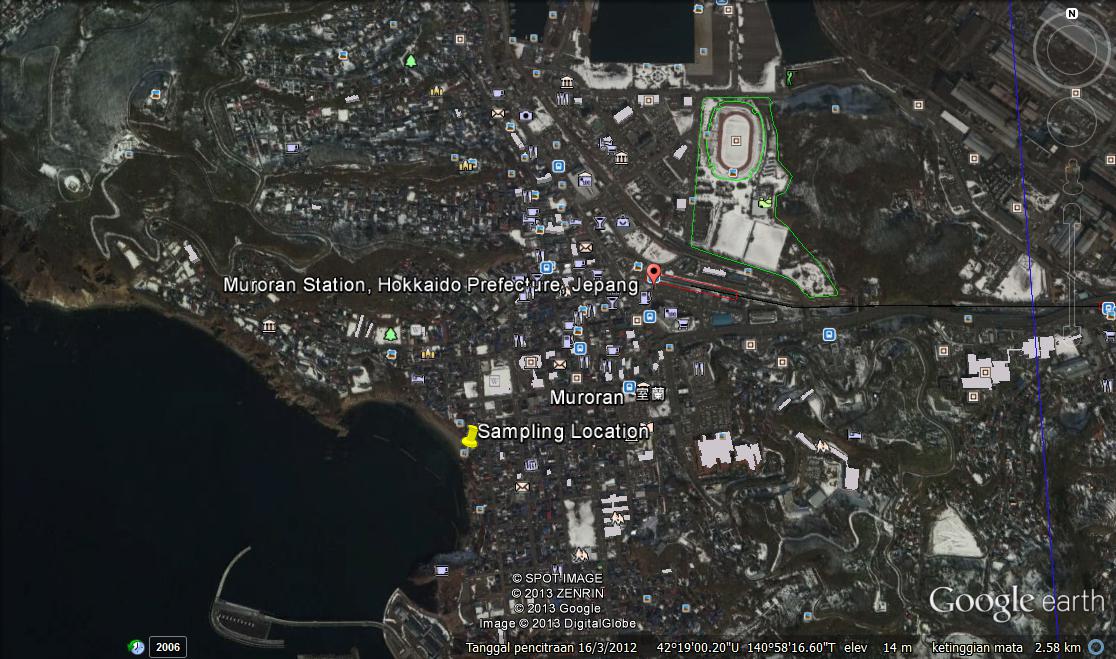
Desikasi meningkatkan termotoleransi untuk suatu varietas taksa mulai dari serangga sampai tumbuhan dan mikroba (Rothschild dan Mancinelli, 2001; Alpert dan Oliver 2002). Peranan protektif terhadap desikasi yang diketahui selama tahap istirahat dan spesies dapat bertahan hidup pada periode lama ketidakaktifan yang mengalami desikasi (Crowe *et al*. 1992, Gaff 1997, Crowe *et al*. 1998, Alpert 2000, Hoekstra *et al*. 2001, Rascio dan La Rocca 2005). Pengeringan juga meningkatkan termotoleransi di dalam toleransi desikasi makroalga intertidal laut (Davison dan Pearson,1996) yang terkena panas, kondisi kering selama kondisi surut. Meskipun kelimpahan psikologi yang memainkan peranan penting dalam desikasi, eksperimen ekologi di dalam suatu interaksi antara temperatur dan desikasi pada makroalga intertidal yang sudah fokus secara ekslusif pada efek disruptif desikasi (Hodgson, 1981 ; Matta dan Chapman, 1995 ; Beach dan Smith 1997). Secara Konsekuensi, perspektif ilmuwan ekologi yang didominasi oleh tekanan yang diasosiasikan dengan desikasi (Schoenbeck dan Norton, 1978;Williams dan Dethier, 2005).

Kemampuan makroalga intertidal dalam mentolerir keterpaparan periodik pada udara bebas yang sudah dihipotesiskan dengan melibatkan sejumlah perbedaan mekanisme yang meliputi adaptasi yang dikhususkan untuk mengurangi kehilangan jaringan air (Zaneveld, 1937). Kemampuan untuk memelihara tingkat fotosintesis yang tinggi di udara bebas (Dring dan Brown, 1982) dan cepat serta pemulihan (*recovery*) fotosintesis selama hidrasi kembali (Dring dan Brown, 1982; Beer dan Kautsky, 1992). Hipotesis pertama sudah ditolak studi berikutnya yang menyimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara tingkat kehilangan jaringan air dan posisi vertikal spesies pada zona intertidal (Shockbeck dan Norton, 1979 ; Droomgole, 1980 ; Lipkin *et al*. 1993). Hal ini menunjukkan bahwa hidrasi secara penuh dari makroalga intertidal mampu memelihara kemunduran tingkat fotosintesis yang tinggi dengan mengurangi kandungan air dimana perubahan variasi terjadi oleh spesies (Wilten *et al*. 1978 ; Dring dan Brown, 1982). Namun demikian, hal tersebut diperluas dengan aparatus fotosintesis yang dapat memulihkan kehilangan air selama pencelupan yang sangat jelas dibedakan spesies toleransi desikasi mulai dari spesies sensitif desikasi (Wilten *et al*. 1978 ; Dring dan Brown, 1982 ; Smith dan Berry, 1986 ; Brown, 1987). Hipotesis dari mini riset ini menunjukkan bahwa spesies makroalga yang tersebar di zona atas mempunyai toleransi yang tinggi melawan desikasi. Mini riset ini bertujuan untuk menganalisis produktivitas spesies makroalga dengan menggunakan PAM fluorometer.

**2. Metode Penelitian**

**2.1. Waktu dan Tempat**

Riset tersebut dilaksanakan pada tanggal 5 – 10 Agustus 2013 diawali dengan pengambilan sampel makroalga yang mendominansi di Zona Intertidal Berbatu Pantai Denshin Hama Muroran Kota Hokkaido, Jepang (Gambar 1). Setelah itu, sampel tersebut dibawa ke Laboratorium Muroran Marine Station untuk diidentifikasi dan diuji skala laboratorium.



Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel, Sumber : (Google Earth, 2013)

**2.2. Alat dan Bahan**

Adapun alat yang digunakan didalam riset ini meliputi Pulse Amplitude modulated (PAM) fluorometer, oven, wet suit, sepatu boot, jaket parasut, ember, transek kuadrat 20 x 20 cm, timbangan eletrik, kertas aluminium foil. Bahan kimia yang digunakan hanya berupa metanol (MeOH) untuk pengawetan.

**2.3. Koleksi Sampel**

Beberapa spesies rumput laut yang dikoleksi meliputi *Ulva pertusa*, *Polyopes affinis*, *Gloiopeltis furcata*, *Sargassum thunbergiii*, dan *Saccharina japonica*. Pengambilan sampel rumput laut tersebut berdasarkan dominansi di intertidal berbatu yang meliputi zona atas, zona tengah dan zona bawah.

**2.4. Prosedur Penelitian**

Effective quantum electron yield (Y) fotosistem II yang diukur di dalam kondisi cahaya lingkungan (sekitar 180 mmol m-2 s-1) tanpa adaptasi kondisi gelap dengan menggunakan suatu Pulse Amplitude modulated (PAM) fluorometer (Diving-PAM, Waltz) berdasarkan prosedur yang dideskripsikan oleh Bjork *et al* (1999). Ujung optik mikrofiber ditempatkan pada jarak 5

mm and sudut 608 pada sampel dengan menggunakan *leaf distance clip*. Sampel diiradiasi dengan suatu fluks foton fotosintesis 500 mmol m-2s-1 pada temperatur 22 0C.

Hasil efektif (Y) dihitung sebagai ðF0m – FÞ = F0m ¼ DF = F0m, dimana F adalah fluorescence maksimum selama 0.8 detik tekanan cahaya jenuh dan F adalah fluorescence keadaan tetap yang diberikan iradiasi (Genty *et al*. 1989). Respon dehidrasi yang dievaluasi oleh penodaan halus pertama pada bagian daun rumput laut untuk menghilangkan kelebihan air. Sampel ditempatkan secara seimbang dan berat basah penuh yang dicatat. Hasil uji teknologi tersebut dilanjutkan sampai nilai nol untuk hasil yang didapatkan. Kandungan Air Relatif (KAR) didefinisikan oleh Slayter (1967) sebagai berikut :

Dimana berat segar merupakan berat ketika hidrasi penuh. Berat yang terdesikasi merupakan berat sampel ketika kandungan air relatif (KAR) dihitung and berat kering merupakan berat kering-oven (50 0C). Selama keterpaparan, temperatur oven dicatat tiap menit dengan menggunakan iButton temperature logger. Proses ini diulang selama empat kali pengulangan pada setiap spesies makroalga. Untuk mengevaluasi kemampuan daun-daun dalam pemulihan dari dehidrasi, enam kali pengulangan pada bagian daun tiap spesies menjadi kering di laboratorium pada temperatur 22-23 0C dalam suatu seri kandungan air pra-penentuan Bjork *et al*., 1999) : 15%, 32% and 53% kandungan air relatif

**3. Hasil dan Pembahasan**

Respon fotosintesis pada desikasi 5 spesies makroalga yang berbeda. Grafik yang digambarkan menunjukkan pola-pola yang berbeda. Hal ini menunjukkan perbedaan kemampuan yang diharapkan berdasarkan distribusi pada zona intertidal berbatu di pantai Denshin Hama.

Gambar 2. Kandungan air relatif *Ulva pertusa*

Status kandungan air 5 sampel bervariasi secara signifikan selama periode eksperimental karena perbedaan kemampuan dalam toleransi tekanan desikasi. Setiap spesies rumput laut diukur dengan 5 kali pengulangan. Spesies *Ulva pertusa* digambarkan pola sampel yang berbeda dengan sampel lainnya. Berdasarkan grafik tersebut menunjukkan bahwa *Ulva pertusa* kurang bertoleransi dengan tekanan desikasi dan jarang dapat tumbuh berkembang pada zona intertidal berbatu (Gambar 2). Dibawah kondisi cahaya lingkungan di dalam laboratorium, tingkat kekurangan air dari *Ulva pertusa* lebih cepat daripada spesies lain. Respon rehidrasi juga mengindikasikan bahwa proses-proses fotosintesis di dalam *Ulva pertusa*  yang dapat dibandingkan pada tingkat kandungan air.

Gambar 3. Kandungan air relatif spesies *Polyopes affinis*

Gambar 4. Kandungan air relatif spesies *Gloipertis furcata*

Gambar 5. Kandungan air relatif spesies *Sargassum thunbergii*

Gambar 6. Kandungan air relatif *Saccharina japonica*

Sementara kandungan air relatif pada sampel lainnya seperti *Gloipertis furcata*, *Sargassum thunbergii*dan *Saccharina japonica* mulai mengalami peningkatan secara berangsur-angsur. Grafik ini menunjukkan kesamaan pola. Kebanyakan spesies ini menunjukkan kandungan air relatif yang cukup tinggi sampai mencapai kurva maksimum. Spesies *Sargassum thunbergii* menunjukkan toleransi standar dalam melawan desikasi keterpaparan udara. Hal ini menunjukkan bahwa mereka toleran menghadapi tekanan desikasi di intertidal berbatu (Gambar 5). Jadi, distribusi *Gloipertis furcata* ( Gambar 4) dan *Saccharina japonica* (Gambar 6) sangat mendominansi di zona atas intertidal berbatu karena memiliki toleransi yang sangat tinggi dalam melawan tekanan desikasi pada semua zona. Hal ini diasumsikan karena adanya perbedaan morfologi dan kandungan pigmentasi setiap makroalga berbeda-beda sehingga memiliki kemampuan terhadap tekanan desikasi berbeda pula.

Meskipun hasil penelitian menunjukkan variasi yang cukup signifikan, hal ini mengindikasikan bahwa kita harus mempertimbangkan mekanisme alternatif jika kita menjelaskan pola-pola zonasi yang diamati pada ekosistem intertidal berbatu. Bjork *et al*. (1999) menghipotesiskan bahwa kemampuan dalam mentoleransi periode-periode keterpaparan pada udara itu lebih penting sebagai suatu sistem dari interaksi kompleks ciri-ciri morfologi dan strategi pertumbuhan melibatkanseluruh tumbuhan daripada respon psikologi daun-daun individual.

Pada zona intertidal bagian atas makroalga nampaknya memiliki beberapa spesialisasi adaptasi untuk mengurangi tingkat kehilangan air dari jaringan daun atas keterpaparan udara bebas. Meskipun adaptasi morfologi yang membatasi keterpaparan padang lamun intertidal pada kondisi kekeringan, kerusakan signifikasi pada jaringan daun yang terjadi sebagai hasil desikasi (Elftemeijer and Herman, 1994 ; Boese *et al*., 2003). Ketika daun menjadi rusak, maka mekanisme lain dalam percetakan dengan tekanan desikasi yang melibatkan leaf-shedding. Kegiatan pemotongan daun terhadap respon pada defisit air seudah diamati pada tumbuahn terestrial dan lahan basah (McMichael *et al*. 1973 ; Saltmarsh *et al*. 2006).

Sama halnya seperti padang lamun, toleransi desikasi pada padang lamun yang kemungkinan melibatkan suatu kombinasi sistem morfologi dan strategi pertumbuhan seperti turun besaran (*downsizing*) contohnya daun lebih kecil dan sempit, mengurangi kekakuan struktural (Bjork *et al*. 1999; Tanaka and Nakaoka, 2004 ).

**4. Kesimpulan dan Saran**

**4.1. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa alga *Ulva pertusa* kurang bertoleransi dengan tekanan desikasi keterpaparan cahaya sinar matahari pada zona atas (*upper zone*) intertidal berbatu sehingga sebagian besar spesies tersebut berada di zona tengah (*middle* *zone*) dan zona bawah (*bottom* *zone*). Sementara spesies seperti *Polyopes affinis* dan *Sargassum thunbergii*memiliki toleransi yang cukup terhadap tekanan desikasi keterpaparan cahaya sinar ultraviolet matahari. Spesies *Gloipertis furcata* dan *Saccharina japonica*  memiliki distribusi yang tertinggi karena memiliki kemampuan yang tinggi dalam melawan tekanan desikasi akibat keterpaparan sinar ultraviolet matahari.

**4.2. Saran**

Perlu adanya penelitian lanjutan tentang pengaruh perbedaan pigmentasi makroalga terhadap stres desikasi akibat keterpaparan sinar ultraviolet matahari dalam skala laboratorium

**Ucapan Terima Kasih**

Kami mengucapkan terima kasih yang terdalam kepada Prof. Masahiro Nakaoka dari Akkeshi Marine Station dan Prof. Taizo Motomura dari Muroran Marine Station yang membimbing dan memberikan ilmu pengetahuan yang besar manfaatnya. Tidak lupa pula kepada Yoshiyushi Tanaka, PhD dari JAMSTEC MIO yang sudah memberikan asistensi praktikum sebelum melakukan sampling dan riset skala laboratorium. Dana mini-riset ini dibantu oleh Universitas Hokkaido Jepang melalui JASSO Scholarship.

**Daftar Pustaka**

Alpert, P. and Oliver, M.J. 2002. *Drying without dying*. In Black, M. dan Pritchard, H. [Eds.] Desiccation dan Survival in Plants. CAB International, Wallingford, UK, pp. 3–43.

Alpert, P . 2000. The discovery, scope, and puzzle of desiccation tolerance in plants. *Plant Ecology*. 151:5–17.

Boese, B.L., Alayan, K .E ., Gooch, E.F. , Robbins , B.D., 2003. Desiccation index : a measure of damage caused by adverse aerial exposure on intertidal eelgrass (*Zostera marina*) in an Oregon (USA) estuary. *Aquatic Botany*. 76, 329–337.

Bjork, M., Uku, J., Weil, A., Beer, S., 1999. Photosynthetic tolerances to desiccation of tropical intertidal seagrasses. *Marine Ecology Progress Serial* 191, 121– 126.

Beer, S., Kautsky, L., 1992. The recovery o f net photosynthesis during rehydration of three Fucus species from the Swedish west coast following exposure to air. *Botany Marine*. 35, 487–491.

Brown, M.T., 1987. Effects of desiccation on photosynthesis on intertidal makroalgae from a Southern New Zealdan shore. Bot. Mar. 30, 121–127.

Beach, K.S . dan Smith, C. M. 1997. Ecophysiology of a tropical rhodophyte III: recovery from emersion stresses in Ahnfeltiopsis concinna (J. Ag.) Silva et DeCew. *Journal Experiment. Marine Biology Ecology.* 211:151– 67.

Crowe, J.H., Carpenter, J. F. dan Crowe, L. M. 1998. The role of vitriﬁcation in anhydrobiosis. *Annual. Revision. Physiology*. 60:73–103.

Crowe, J.H., Hoekstra, F. A. dan Crowe, L. M. 1992. Anhydrobiosis. Annu. Rev. Physiol. 54:579–599.

Dromgoole, F.I. 1980. Desiccation resistance in intertidal dan subtidal makroalgae. *Botany Marine*. 23:149–159.

Dring, M.J., Brown, M.T., 1982. Photosynthesis o f intertidal brown makroalgae during dan after periods of emersion: a renewed search for the causes of zonation. *Marine. Ecology. Progress. Serial*. 8 , 301–308.

Erftemeijer, P.L.A., Herman, P.M.J., 1994. Seasonal changes in environmental variables, biomass, production, dan nutrient contents in two contrasting tropical intertidal seagrass beds in South Sulawesi, Indonesia. *Oecologia* 99, 45–59.

Davison, I.R., Pearson, G.A., 1996. Stress tolerance in intertidal seaweeds. *Journal of Phycology*. 32, 197–211.

Genty, B., Briantais, J.M., Baker, N.R., 1989. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport dan quenching of chlorophyll ﬂuorescence. *Biochemistry Phycology Acta*. 990, 87–92.

Gaff, J.L. 1997. *Mechanisms of desiccation tolerance in resurrection vascular plants*. In Basra, A. S. dan Basra, R. K. [Eds.] Mechanisms of Environmental Stress Resistance in Plants. Harwood Academic Publishers, London, pp. 43–58

Hodgson, L . M . 1981. Photosynthesis of the red makroalga *Gastroclonium coulteri* (Rhodophyta) in response to changes in temperature, light intensity and desiccation. *Journal of Phycology*. 17:37–42.

Lipkin, Y. , Beer, S., Eshel, A., 1993. The ability of *Porphyra* *linearis* (Rhodophyta) to tolerate prolonged periods of desiccation*. Botany Marine.* 36, 517– 523.

Matta, J.L . and Chapman, D.J . 1995. Effects of light, temperature dan desiccation on the net emersed productivity of the intertidal makroalga *Colpomenia* *peregrina* Sauv. (Hamel). *Journal of Experiment. Marine. Biology. Ecology*. 189:13–27.

McMichael, B.L., Jordan, W.R., Powell, R.D., 1973. Abscission processes in cotton: induction by plant water deﬁcit. *Agron. J*. 65, 202–204.

Rothschild, L.J . and Mancinelli, R.L. 2001. Life in extreme environments. *Nature*. 409: 109–110.

Rascio, N . and La Rocca, N. 2005. Resurrection plants: the puzzle of surviving extreme vegetative desiccation. *Critical Revision Plant Science*. 24:209–25.

Saltmarsh, A., Mauchamp,A., Rambal, S., 2006. Contrasted effects of water limitation on leaf functions dan growth of two emergent co-occurring plant species, *Cladium mariscus* and *Phragmites australis*. *Aquatic Botany*. 84, 191–198.

Schoenbeck, M. and Norton, T.A. 1978. Factors controlling the upper limits of fucoid makroalgae on the shore. *Journal of Experimen. Marine. Biology. Ecology*. 31:303–14.

Slayter, R.D . 1967. *Plant–Water Relationships*. Academic Press, London, 366 pp.

Smith, C.M. dan Berry, J.A. 1986. Recovery of photosynthesis after exposure of intertidal makroalgae to osmotic dan temperature stresses: comparative studies of species with differing distributional limits. Oecologia 70:6–12.

Tanaka, Y., Nakaoka, M., 2004. Emergence stress and morphological constraints affect the species distribution dan growth of subtropical intertidal seagrasses. *Marine Ecology. Progress Serial.* 284, 117–131.

Williams , S. L. and Dethier, M. N. 2005. High dan dry: variation in net photosynthesis of the intertidal seaweed Fucus gardneri. *Ecology* 86:2373–9.

Wiltens, J., Schreiber, U., Vidaver, W., 1978. Chlorophyll ﬂuorescence induction: an indicator of photosynthetic activity in marine makroalgae undergoing desiccation. Can. *Journal of Botany*. 56, 2787–2794.

Zaneveld, J.S., 1937. The littoral zonation of some Fucaceae in relation to desiccation. *Journal of Ecology*. 25, 431–468.