

## PERUBAHAN STRUKTUR DAN KEPADATAN TRIKOMATA NON GLANDULER SERTA LUAS DAUN KAKAO (*Theobroma cacao* L.) PADA PERLAKUAN STRES KEKURANGAN AIR

ERMA PRIHASTANTI<sup>1\*</sup>, SOEKISMAN T<sup>2</sup>, DIDIE SOEPANDI<sup>3</sup>, IBNUL QAYIM<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Jurusan Biology Fakultas MIPA, Universitas Diponegoro Semarang

<sup>2</sup> Departemen Biologi, Fakultas MIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

<sup>3</sup> Departemen Agronomi, Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Alamat Korespondensi : Erma Prihastanti Jurusan Biologi FMIPA UNDIP Semarang

Email [eprihast@yahoo.co.id](mailto:eprihast@yahoo.co.id)

**ABSTRACT**—*Cacao is the one important crop in Indonesia. Water stress is perhaps the major factor limiting crop growth. Plant responses to water stress include morphological and biochemical changes. This research was aimed studying structure and density of non glanduler trichomes, and leaf area on cacao leaves on drought experiment. The drought studies used throughfall displacement experiment (TDE). The result show that cacao leaves have non glanduler trichomes type stellate. Non Glanduler trichomes were distributed throughout the vein of leaves with distribution in abaxial parts of the leaves. TDE give non significant effect to trichomes density and leaf area. The highest trichomes happened on March 2008 6.986/cm<sup>2</sup>. Leaf area on shade leaves (273,56 cm<sup>2</sup>) more higher than sun leaves (235,50 cm<sup>2</sup>).*

*Key word : Trichomes non glanduler, cacao leaves, leaf area*

### PENDAHULUAN

Tanaman menderita karena defisit air, yang dapat mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan dan fotosintesis, serta terjadinya efek merusak lainnya. Proses yang paling terkena dampak buruk dari defisit air adalah pertumbuhan sel. Stres air yang hebat dapat menyebabkan terhambatnya pembelahan sel, sintesis protein dan dinding sel, penimbunan linarut, penutupan stomata, serta penghambatan fotosintesis. (Tyree dan Zimmermann 2002).

Tanaman yang berada pada kondisi cekaman kekeringan akan memberikan respon tertentu baik secara morfologis, anatomis maupun fisiologis. Pada keadaan cekaman kekeringan tersebut terdapat dua mekanisme utama yang mungkin terjadi pada tanaman, yaitu tanaman akan berusaha menghindari cekaman, baik dengan cara melakukan perubahan struktur morfologi dan anatomi, maupun dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air dengan cara mengatur laju transpirasi (Meyer dan Boyer 1981).

Kekurangan air akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman karena terjadinya perubahan pada anatomi, morfologi, fisiologi, biokimia dan pada

akhirnya menurunkan produktivitas tanaman. Menurut Taiz dan Zeiger (2002), indeks luas daun yang merupakan ukuran perkembangan tajuk yang paling umum, sangat peka terhadap kekurangan air, yang mengakibatkan penurunan dalam pembentukan dan perluasan daun dan penuaan serta perontokan daun. Perluasan daun lebih peka terhadap kekurangan air daripada penutupan stomata atau fotosintesis serta penuaan daun.

Trikomata merupakan penjurulan dari epidermis (Fahn 1990). Terdapat dua macam trikomata daun tumbuhan yaitu trikomata kelenjar dan trikomata non kelenjar. Masing-masing trikomata mempunyai fungsi yang berbeda, trikomata non kelenjar antara lain berfungsi sebagai masuknya patogen melalui stomata, sedangkan trikomata kelenjar berfungsi mengeluarkan metabolit sekunder (Fahn 1979).

Korelasi struktur daun dan lingkungan serta iklim telah diteliti oleh (Givnish 1987 ; Wilf, 1997). Dalam habitat tunggal tanaman mempunyai suatu variasi karakteristik (Givnish 1989) serta banyak solusi terhadap kondisi lingkungan yang



sama (Gutshick 1999). Aspek variasi fungsional dari struktur daun, seperti bentuk dan permukaan maupun kombinasinya sering terjadi tidak secara sengaja karena adanya seleksi untuk fungsi koordinasi atau sifat genetik yang berhubungan dengan evolusinya.

Penelitian ini bertujuan mempelajari perubahan struktur dan kepadatan trikomata serta luas daun kakao yang berumur 5 tahun pada perlakuan stres kekeringan air dengan sistem TDE.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2006 - Maret 2008, di kawasan agroforestri kakao zona penyangga Taman Nasional Lore Lindu tepatnya di Desa O, Kecamatan Kulawi, Kabupaten Donggala, Propinsi Sulawesi Tengah, Indonesia. Lokasi penelitian terletak antara 120<sup>0</sup>02' BT dan 1<sup>0</sup>55 LS, dengan ketinggian 476,15 m dari permukaan laut.

### Bahan penelitian

Daun kakao yang berasal dari tanaman kakao yang berumur lima tahun. Tanaman kakao yang digunakan merupakan varitas heterogen (persilangan varitas *Hybrida* dan lokal). Setiap pohon diambil 2 helai daun yang berada di bagian bawah (*shade leaves*) dan 2 helai pada bagian yang terdedah sinar matahari (*sun leaves*).

### Pembuatan Plot Penelitian

Kurang lebih satu Ha area kebun kakao dibagi menjadi enam plot (tiga plot sebagai kontrol/*non roofing*, dan tiga plot dengan penutupan atap/*roofing*). Tiap plot berukuran 35m x 40 m. Pemasangan *roofing* dilakukan pada awal bulan Maret 2007 dengan cara memasang panel plastik berukuran 60 cm x 300 cm di bawah kanopi pohon.

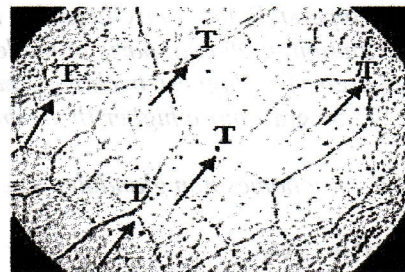
### Pengambilan Data

Pengamatan kepadatan trikomata dilakukan sebelum dan selama *roofing*, yaitu periode sebelum *roofing* (Januari 2007) dan periode *roofing* (Juli, Agustus 2007 dan Maret 2008). Data yang diperoleh dianalisis dengan SAS (Shapiro-Wilk Statistic). Luas daun kakao diamati setelah 6 bulan *roofing*. Pengukuran suhu, kelembaban relatif, curah hujan dilakukan dengan mengambil data dari stasiun mikroklimat.

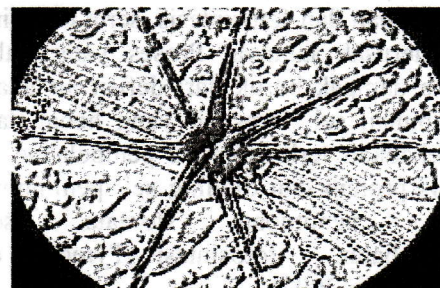
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Struktur Trikomata Daun Kakao

Tipe trikomata pada daun kakao adalah *stellate* (bintang) dan terletak pada tulang daun (Gambar 1). Trikomata daun kakao mempunyai 8 tangkai apabila telah berkembang sempurna. Perkembangan trikomata daun kakao ditunjukkan pada Gambar 1. Tipe *stellate* dapat menempel (*sessil*) atau bertangkai dengan tangkai-tangkai lebih dari lima buah dan terpusat pada satu tempat dan mungkin pada satu permukaan yang datar. Tipe *stellate* dapat juga berupa lembaran atau multi angled yang mengalami rotasi (Metcalf dan Chalk 1979).



(a)



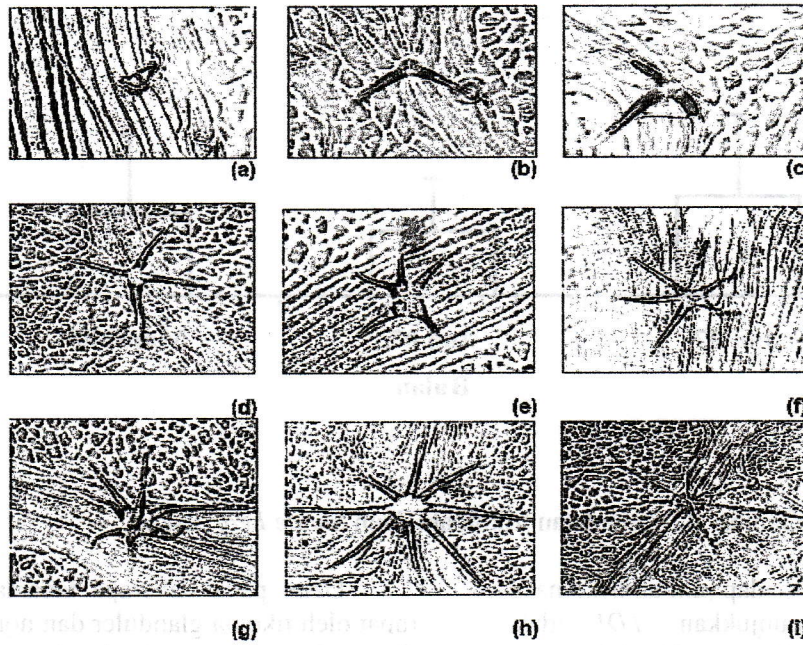
(b)

Keterangan : T = Trikumata

Gambar 1 Letak trikumata pada daun kakao (a) dan Trikumata tipe *stellate* daun kakao (b)

Pengamatan pada lapisan abaksial dan adaksial daun kakao ditemukan trikumata non glanduler hanya pada lapisan abaksial. Trikumata ini terletak pada tulang daun utama maupun pada cabang tulang daun. Penyebaran trikumata pada tanaman memperlihatkan perbedaan pola keteraturan jarak yang terjadi secara integral dengan program pengaturan perkembangan (Dickison 2001).





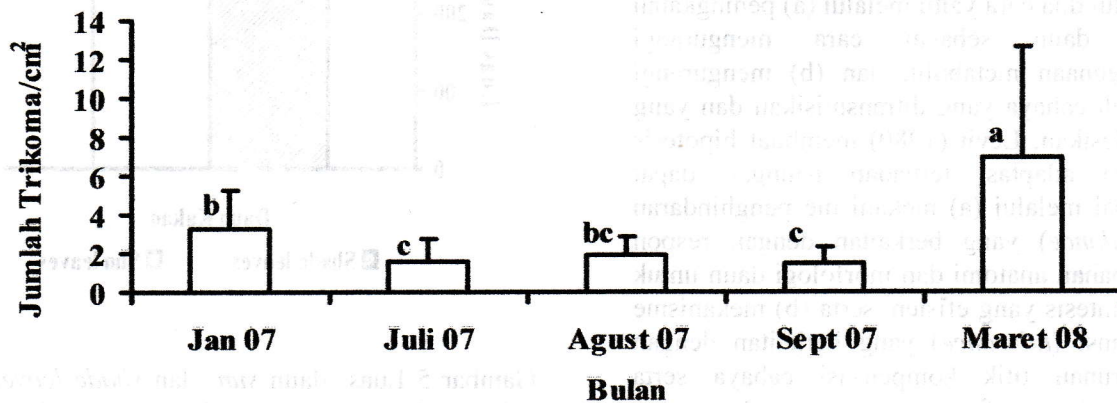
Gambar 2 Pembentukan trikomata tipe *stellate* pada daun kakao (a-i)

Gambar 2 menunjukkan awal pembentukan trikomata pada daun kakao. Menurut Huelskamp *et al.* 1998 menyatakan bahwa terdapat serangkaian peristiwa morfogenesis sebelum mencapai bentuk akhir trikomata tipe *stellate*.

Trikomata pada umumnya berasal dari pembelahan asimetris dalam suatu sel induk protodermal tunggal, meskipun dalam beberapa hal, pemelahan pertama dari sel induk adalah simetris. Pada sel-sel rambut

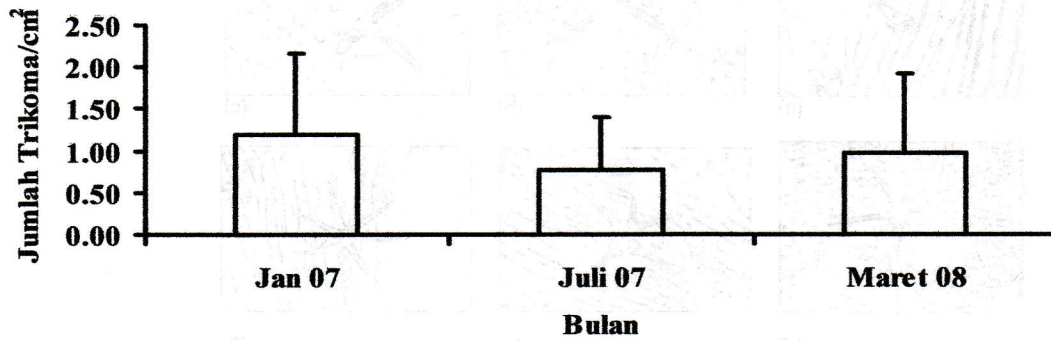
dewasa biasanya tanpa protoplasma tetapi seringkali berupa sel-sel yang hidup (Dickison 2001).

## 2. Kepadatan Trikomata Daun *Sun Leaf* dan *Shade Leaf* Kakao



Gambar 3 Kepadatan trikomata daun *Sun Leaf* kakao



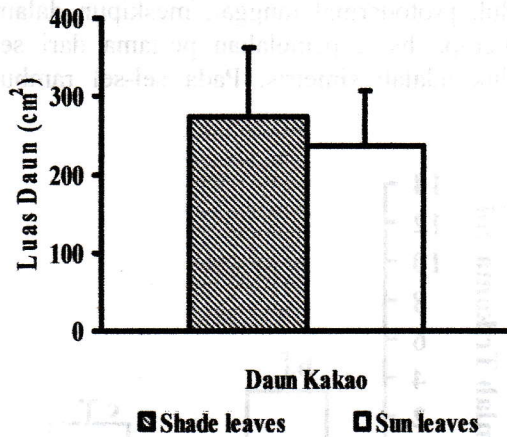


Gambar 4. Kepadatan trikomata daun *Shade Leaf* kakao

Hasil analisis terhadap jumlah trikomata daun *sun leaves* menunjukkan *TDE* tidak berpengaruh, namun dipengaruhi oleh bulan pengambilan sampel. Dibandingkan dengan bulan-bulan pengambilan sebelumnya, pengamatan pada bulan Maret 2008 menunjukkan jumlah trikomata tertinggi yaitu  $6.986/cm^2$ . Di alam tidak pernah ditemukan tanaman yang tumbuh pada habitat yang benar-benar teraungi (*deep shade*) secara terus menerus dan tanaman yang tumbuh pada habitat benar-benar terbuka (*sun bright*) terus menerus. Habitat tumbuh sering dipengaruhi oleh banyak faktor lingkungan berdasarkan tingkat fotosintesis dan respirasinya. Hale dan Orchut (1987) menjelaskan bahwa adaptasi terhadap naungan pada dasarnya dapat melalui dua cara yaitu melalui (a) peningkatan luas daun sebagai cara mengurangi penggunaan metabolit, dan (b) mengurangi jumlah cahaya yang ditransmisikan dan yang direfleksikan. Levit (1980) membuat hipotesis bahwa adaptasi terhadap naungan dapat dicapai melalui (a) mekanisme penghindaran (*avoidance*) yang berkaitan dengan respon perubahan anatomi dan morfologi daun untuk fotosintesis yang efisien, serta (b) mekanisme toleransi (*tolerance*) yang berkaitan dengan penurunan titik kompensasi cahaya serta respirasi yang efisien.

Pengamatan terhadap jumlah trikomata daun *shade leaves* menunjukkan *TDE* dan bulan tidak berpengaruh terhadap jumlah trikomata. Rata-rata trikomata per  $cm^2$  luas daun adalah  $0,50 \pm 0,42$  sampai  $1,38 \pm 1,18$ .

Daun pada beberapa tanaman tertutup rapat oleh trikoma glanduler dan non glanduler dimana berasal dari sel-sel epidermis (Werker 2000). Perkembangan trikoma daun sering dimulai pada tahapan awal perkembangan daun, kadang-kadang juga sebelum primordium daun dapat dibedakan. Pada beberapa tanaman trikomata dapat ditentukan selama diferensiasi daun, atau ketika trikoma baru yang lain dibentuk pada semua tahapan perkembangan daun (Turner *et al.* 2000).



Gambar 5 Luas daun *sun* dan *shade leaves* kakao pada perlakuan stres kekeringan selama 6 bulan

Tingkat pencahayaan yang diterima oleh daun selama perkembangan mungkin paling berpengaruh, variasi lingkungan mempengaruhi struktur daun dewasa. Secara



struktural daun bervariasi dengan intensitas cahaya dan kualitas cahaya yang mengenyainya selama perkembangan. Pada individu yang sama daun menghasilkan kondisi cahaya terang atau sun leaf cenderung lebih kecil dibandingkan daun yang ternaungi atau *shade leaf*. Perbedaan struktur internal daun berhubungan dengan ketebalan daun dan jumlah dan distribusi palisade dan jaringan mesofil bunga karang, dimana variasi struktural ini berhubungan dengan regulasi cahaya dan karbondioksida dalam dan efisiensi fotosintesis maksimal *sun leaves* menarik karbon lebih cepat dari daun ternaungi atau cahaya rendah dapat juga menyebabkan pengurangan rata-rata kepadatan pembuluh. Lingkungan dapat menyebabkan variasi anatomi yang terjadi selama perkembangan daun yang diketahui mempunyai konsekuensi signifikan untuk fotosintesis. Perkembangan dari palisade mesofil pada *sun leaf* berkorelasi positif dengan kapasitas fotosintetik. Pada beberapa spesies helaian yang lebih tebal menyebabkan lebih efisien pada penggunaan air dan laju transpirasi lebih rendah dibawah kondisi radiasi tinggi (Dickison 2000).

#### KESIMPULAN

Trikomata daun kakao non glanduler hanya ditemukan pada lapisan abaksial. Trikomata ini terletak pada tulang daun utama maupun pada cabang tulang daun berbentuk *stellate* (bintang). Perlakuan TDE tidak berpengaruh terhadap jumlah trikomata dan luas daun *shade leaves* maupun *sun leaves*. Jumlah trikomata tertinggi terjadi pada bulan Maret 2008 yaitu 6.99/cm<sup>2</sup>. Luas daun pada *shade leaves* lebih tinggi ( 273,56 cm<sup>2</sup> ) dari pada *sun leaves* (235,50 cm<sup>2</sup> )

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih atas pemberian dana penelitian ini disampaikan kepada Program BPPS DIKTI Departemen Pendidikan Nasional dan German Research Foundation (DFG-SFB 552) melalui program kerjasama Institut Pertanian Bogor, Universitas Tadulako, dan Universitas Göttingen dalam proyek penelitian "Stability of Rainforest Margins in Indonesia"(STORMA), serta BMZ *scholarship* dari pemerintah Jerman.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Dickison W C. 2000. Integrative Plant Anatomy. Academic Press. San Diego.
2. Fahn A. 1979. Secretory Tissues in Plants. Academic Press Inc. London.
3. Fahn A. 1990. Plant Anatomy. 4<sup>th</sup> Ed. Butterworth-Heinemann. London.
4. Givnish T J. 1987. Comparative studies of leaf form : assessing the relative roles of selective pressures and phylogenetic constraints. *New Phytologist* 106: 131-160
5. Gutschick V P. 1999. Biotic and abiotic consequences of differences in leaf structure. *New Phytologist* 143: 3-18.
6. Hale M G and D M Orcht 1987. The Physiology of plant Under stress. A Wiley Interscience Publ. John Wiley & Sons. Virginia 206 p.
7. Huelskamp M, Folkers U and Grini P E. 1998. Cell morphogenesis in *Arabidopsis*. *BioEssays*. 20: 20-29.
8. Levitt. J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stress 2<sup>nd</sup> Edition. New York. Academic Press.
9. Metcalfe C R and L Chalk. 1979. *Anatomy of the Dicotyledons*. Second Edition. Systematic anatomy of leaf and stem with a brief history of the subject. Vol I. Clarendon Press. Oxford.
10. Meyer R F, Boyer J S. 1981. Osmoregulation solute distribution and growth in soybean seedlings having low water potential. *Plant*. 151: 482-489.
11. Taiz L dan Zeiger E. 2002. *Plant Physiology*. Sunderland.: Sinauer associates.
12. Turner G W, Gershenzon J, Croteau R B. 2000. Distribution of peltate glandular trichomes on development leaves of peppermint. *Plant Physiology*. 124:655-663.



- 13. Tyree M T and Zimmerman M H. 2002. Xylem Structure and the Ascent of Sap. Springer. Berlin.
- 14. Werker E. 2000. Trichome diversity and development. *Advances in Botanical Research* 31:1-35. - 6 -
- 15. Wilf P. 1997 When are leaves good thermometers? A new case for leaf margin analysis. *Paleobiology* 23: 373-390

1. Gutschick V P. 1999. Biotic and abiotic consequences of differences in leaf structure. *New Phytologist* 143: 3-18.

2. Hale M G and D M Orshut. 1987. The Physiology of plant Under stress. A Wiley Interscience Publ. John Wiley & Sons. Virginia 206 p.

3. Huelshamp M, Folkers U and Grini P. E. 1998. Cell morphogenesis in Arabidopsis. *BioEssays* 20: 20-29.

4. Levitt J. 1980. Responses of Plants to Environmental Stress 2<sup>nd</sup> Edition. New York Academic Press.

5. Metcalfe C R and J Chalk. 1979. Anatomy of the Dicotyledons. Second Edition. Systematic anatomy of leaf and stem with a brief history of the subject. Vol. I. Clarendon Press. Oxford.

6. Meyer R F, Boyer J S. 1981. Osmoregulation solute distribution and growth in soybean seedlings having low water potential. *Plant* 151: 482-489.

7. Tair I dan Zeiger E. 2002. Plant Physiology. Sunderland: Sinauer associates.

8. Turner G W, Gutschick J, Crockett R B. 2000. Distribution of petiole glandular trichomes on development leaves of peppermint. *Plant Physiology* 124: 652-663.

struktur dan peristasi dengan intensitas cahaya dan kualitas cahaya yang mengennainya selama perkembangan. Pada individu yang sama dan menghasilkan kondisi cahaya terang atau semi terang lebih kecil dibandingkan dengan yang terangnya atau shade leaf. Perbedaan struktur internal dan pertumbuhan dengan ketebalan daun dan jumlah dan distribusi palisade dan jaringan mesofil hingga karang, dimana variasi struktural ini berhubungan dengan regulasi cahaya dan karbondioksida dalam dan efisiensi fotosintesis maksimal saw leaves menarik karbon lebih cepat dari dalam terangnya atau cahaya rendah dapat juga menyebabkan gangguan dua-tara kepekaan pembuluh. Jaringan dapat menyebabkan variasi anatomi yang terjadi selama perkembangan daun yang diketahui mempunyai konsentrasi signifikan untuk fotosintesis. Perkembangan dari palisade mesofil pada saw leaf dikontrolasi positif dengan kapasitas fotosintetik. Pada beberapa species hclain yang lebih tebal menyebabkan lebih efisien pada penggunaan air dan laju transpirasi lebih rendah dibawah kondisi radiasi tinggi (Dickison 2000).

KESIMPULAN

Trikomata dan kelenjar non glanduler hanya ditemukan pada lapisan abaksial. Trikomata ini terlokasi pada tulang daun utama maupun pada cabang tulang daun berbentuk stolon (hujung). Perlekatan TDR tidak berpengaruh terhadap jumlah trikomata dan luas daun. Area kelenjar maupun saw leaves. Jumlah trikomata tertinggi terjadi pada bulan Maret 2008 yaitu 699/cm<sup>2</sup>. Luas daun pada shade leaves lebih tinggi ( 273,26 cm<sup>2</sup> ) dari pada saw leaves (232,20 cm<sup>2</sup> )

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih atas pemberian dana penelitian ini disampaikan kepada Program BPPS DIKTI Departemen Pendidikan Nasional dan German Research Foundation (DFG-SEB 522) melalui program kerjasama Institut Pertanian Bogor, Universitas Tabulak, dan Universitas Göttingen dalam proyek penelitian "Stability of Rainforest Margins in Indonesia" (STORMA), serta BMT scholarship dari pemerintah Jerman.