

## PRODUK KREATIF DAN INOVATIF DAUN NIPAH (*NYPA FRUTICANS WURMB.*) YANG BERKELANJUTAN

Ishak Kadir <sup>1)</sup>, Arman Faslih <sup>2)</sup>, Muhammad Zakaria Umar <sup>3)</sup>

<sup>1), 2), 3)</sup> Program Pendidikan Vokasi, Jurusan Arsitektur, Universitas Halu Oleo, Kendari  
Jl. H. E. Mokodompit, Kampus Bumi Hijau Tridharma, Andonohu, Kendari, 93232  
Email : muzakum.uho@gmail.com

**Abstrak.** Beberapa catatan dari pengalaman ditunjukkan bahwa bahan bangunan yang rendah energi menggunakan bahan-bahan bangunan yang alamiah dan cepat tergantikan oleh alam. Bahan bangunan dari daun nipah (*nypa frutican wurmb.*) bisa digunakan untuk mengaplikasikan prinsip arsitektur berkelanjutan. Selama ini daun nipah hanya dibuat atap. Sehingga, dibutuhkan produk kreatif dan inovatif selain membuat atap. Penelitian ini ditujukan untuk membuat material papan komposit dari daun nipah sehingga bisa dijadikan sebagai produk kreatif dan inovatif yang berkelanjutan. Metode eksplorasi digunakan dalam penelitian ini. Data diawali dengan pemilihan bahan-bahan, alat-alat kerja, dan tahap-tahap pembuatan. Informasi dari berbagai sumber ditangkap dan ditafsirkan ke dalam suatu ide kreatif. Proses analisis dilakukan secara kualitatif. Bentuk papan dasar ditransformasi dari parameter hingga dihasilkan produk kreatif dan inovatif berupa rak buku. Hasil penelitian ini disimpulkan bahwa cara untuk membuat material papan komposit dari daun nipah sehingga bisa dijadikan sebagai produk kreatif dan inovatif yang berkelanjutan dilakukan dengan tiga tahap. Pada tahap pertama disiapkan alat-alat kerja seperti cetakan kaca, gelas ukur, sendok pengaduk, kuas, meteran, spidol, alat gosok amplas, plastisin, gergaji besi, baskom, dan sendok dempul. Tahap kedua disiapkan bahan-bahan kerja seperti daun nipah, hardener, minyak resin, dan mirror glaze. Tahap ketiga dibuat papan seperti tahap daun nipah digunting, tahap daun dicampur minyak resin dan hardener, tahap adonan dikering anginkan, tahap papan dilepas dari bingkai cetakan, tahap papan diberi pemberat, serta tahap papan dibuat rak buku.

**Kata kunci :** Nipah, papan komposit, tahap pembuatan

### 1. Pendahuluan

Berawal dari kesadaran bahwa bumi kita memiliki keterbatasan, maka mutlak untuk dilakukan keselarasan antara alam sekitar dan manusia [1]. Kondisi keterbatasan bumi ini disebabkan oleh pemanasan global karena meningkatnya emisi CO<sub>2</sub> di atmosfer. Pemanasan global merupakan suatu fenomena dan semakin dicari solusinya. Kondisi ini juga langsung ditanggapi oleh Badan Dunia di bawah PBB dan dipelopori pemikiran tentang pembangunan yang berkelanjutan [2, 3]. Dalam Konferensi Perubahan Iklim Perserikatan Bangsa-bangsa tahun 2015 di Paris dihasilkan Persetujuan Paris. Dalam Persetujuan Paris ini disepakati bahwa pemanasan global dibatasi hingga maksimum 2<sup>0</sup> Celcius [4]. Di bidang arsitektur ditumbuhkan dan dikembangkan juga pemikiran tentang desain bangunan yang berkelanjutan. Hal ini diperlukan untuk merancang selaras dengan alam guna memanfaatkan energi yang efisien [2]. Prinsip hemat energi dimiliki oleh arsitektur berkelanjutan [5]. Pemikiran mengenai desain bangunan yang berkelanjutan oleh para arsitek Indonesia cenderung rendah. Salah satunya disebabkan oleh para peneliti di bidang arsitektur mengenai material lokal yang bisa dikembangkan menjadi bahan bangunan yang kreatif dan inovatif cenderung mandeg [6]. Beberapa catatan dari pengalaman ditunjukkan bahwa bahan bangunan yang rendah energi menggunakan bahan-bahan bangunan yang alamiah dan cepat tergantikan oleh alam [1]. Oleh karena itu, bagaimana sebuah desain yang harus berkelanjutan ditantang dan diterjemahkan oleh dunia arsitektur saat ini [2].

Bahan bangunan daun nipah (*nypa frutican wurmb.*) bisa digunakan untuk mengaplikasikan prinsip arsitektur berkelanjutan. Di Kelurahan Petoaha, Kecamatan Abeli, Kota Kendari terletak Kampung KB (Keluarga Berencana) yang terbentang di laut. Kampung KB terletak pada lokasi hasil reklamasi pantai. Jumlah penduduk di Kampung KB diperkirakan 400 jiwa dan dihuni oleh masyarakat etnis Bajo yang berprofesi sebagai nelayan. Kaum ayah sehari-hari disibukkan menangkap ikan di laut. Kaum ibu di Kampung KB disibukkan mencari *metti-metti* (*kalandoe/molusca bivalvia*) dan membuat material atap dari daun nipah. Material atap daun nipah dibuat dengan metode turun-temurun dan tidak dibuat setiap saat (dibuat pada masa musim angin kencang). Musim angin kencang terjadi pada bulan Juli dan Agustus yang membuat gelombang air laut tinggi dan tidak bisa diprediksi, sehingga nelayan

sulit melaut. Salah satu kegiatan masa paceklik diisi oleh kaum ibu dengan membuat atap daun nipah. Daun diambil dari pohon-pohon nipah yang tumbuh di sekitar Kampung KB. Selama ini daun nipah hanya dibuat atap, sehingga dibutuhkan produk kreatif dan inovatif selain membuat atap.

Penelitian papan komposit dari jenis tanaman *palmea* yang pernah diteliti adalah tangkai daun nipah dan batang *bengle*, daun pandan (*pandanus spp*), pelepah sagu, dan limbah serat sabut kelapa dan Plastik *Polipropilena* (PP). Penelitian papan partikel tangkai daun nipah dan papan partikel batang *bengle* sudah pernah diteliti. Papan partikel merupakan produk panil yang dihasilkan dengan memampatkan partikel-partikel kayu dan sekaligus mengikatnya dengan suatu perekat. Papan partikel merupakan salah satu produk papan komposit yang ramah lingkungan, karena bahan bakunya berasal dari berbagai limbah, seperti limbah kehutanan, pertanian, perkebunan, dan limbah rumah tangga (kertas dan plastik bekas). Berdasarkan hasil deskripsi sifat fisika dan mekanika papan partikel tangkai daun nipah dan papan partikel batang *bengle* maka dapat disimpulkan bahwa telah memenuhi standar SNI (1996) kecuali pada pengujian pengembangan tebal tidak memenuhi standar. Papan partikel yang terbaik pada kedua jenis papan tersebut adalah papan partikel dari tangkai daun nipah dengan komposisi perekat 15% (A2B3) dengan nilai pengujian kadar air 8,088%, kerapatan 0,725 g/cm<sup>3</sup>, pengembangan tebal 13,050%, MoR 40,230 kg/cm<sup>2</sup> dan MoE 3781,390 kg/cm<sup>2</sup> [7].

Sedangkan, jenis tanaman *palmea* seperti daun pandan (*pandanus spp*) dapat dibuat menjadi papan komposit sudah pernah juga diteliti. Sifat fisis papan yang dihasilkan adalah, sebagai berikut: Kerapatan (0,47 g/cm<sup>3</sup>), kadar air (15,37%), pengembangan tebal (69,27%), dan penyusutan tebal (7,12%). Sedangkan sifat mekanis papan adalah, sebagai berikut: modulus elastisitas/MOE (10.652,52 kg/cm<sup>2</sup>), modulus patah/MOR (75,02 kg/cm<sup>2</sup>), dan keteguhan rekat internal (3,90 kg/cm<sup>2</sup>). Sifat papan komposit yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI 01-5008.2-2000. Perlakuan jenis perekat mempengaruhi sifat papan seperti kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, modulus elastisitas (MOE), modulus patah (MOR), keteguhan rekat internal, perlakuan berat labur sifat kerapatan, modulus elastisitas (MOE), modulus patah (MOR), dan keteguhan rekat internal papan [8].

Jenis tanaman *palmea* lainnya yang pernah diteliti untuk dibuat papan komposit adalah pelepah sagu. Penelitian ini diuji mengenai ketahanan papan komposit dari pelepah sagu dengan menggunakan perekat *Polyurethane* (PU) dan *Phenol Pormaldehyde* (PF) terhadap jamur pelapuk dan rayap. Ukuran dan target kerapatan papan komposit adalah 30 cm x 30 cm x 1 cm<sup>3</sup> dan 0,5 g cm<sup>3</sup>. Papan komposit dibuat dari susunan pelepah sagu yang dikempa dingin untuk papan komposit menggunakan perekat PU dan kempa panas untuk papan yang menggunakan perekat PF dengan tekanan spesifik 25 kg cm<sup>2</sup> selama 24 jam untuk kempa dingin dan 10 menit untuk kempa panas pada suhu 140° C. Kadar padatan dan perekat cair adalah 50%. Variasi kadar perekat yang digunakan dalam penelitian ini adalah 10%, 12%, dan 14%. Pengujian berdasarkan standar JIS K 1571 2004. Berdasarkan persentase kehilangan berat bahwa papan komposit dengan menggunakan perekat PU dan PF tidak tahan terhadap serangan jamur pelapuk dan rayap [9].

Jenis tanaman *palmea* berupa limbah serabut kelapa dan Plastik *Polipropilena* (PP) daur ulang sebagai bahan baku papan komposit juga sudah pernah diteliti. Pada umumnya penelitian papan komposit kayu plastik yang ada saat ini lebih terfokus pada *extruded* material dimana serbuk kayu digunakan sebagai bahan pengisi (*reinforcement*) pada matriks termoplastik dan baru sedikit yang terfokus pada penggunaan plastik pada produk panel. Penggunaan bahan pelapis bambu pada bagian muka dan belakang papan komposit dapat meningkatkan sifat mekanis papan komposit. Semua papan komposit berlapis anyaman bambu memenuhi standar JIS A 5908 1994 untuk sifat pengembangan tebal dan kuat pegang sekrup. *Modulus* elastisitas papan komposit berlapis anyaman bambu dengan kulit dan pola anyaman tegak lurus dengan lebar bilah 1 cm memenuhi standar JIS A 5908 untuk *veneered particleboard type*. Ditinjau dari efisiensi penggunaan bahan baku, maka disarankan digunakan anyaman bambu tanpa kulit dengan pola anyaman tegak lurus dan lebar bilah 1 cm [10].

Energi terbarukan merupakan energi yang dihasilkan dari sumber yang keberadaannya berkelanjutan. Energi terbarukan cenderung ramah lingkungan. Material terbarukan dapat diperbarui dan mengarah ke material yang berasal dari vegetasi seperti kayu, bambu, dan daun. Jika penggunaan material jenis ini dijaga agar tetap *sustainable*, maka jenis material ini direkomendasikan sebagai pembentuk bangunan. Material dari bahan vegetasi merupakan material yang dibentuk tidak mengemisi CO<sub>2</sub>, namun justru mengabsorpsi CO<sub>2</sub> [5]. Lapisan udara di sela-sela anyaman daun dipunyai dalam bahan atap dari daun, sehingga koefisien konduksi kecil dan panas yang disebarkan ke dalam ruang rendah [11]. Nipah (*nypa fruticans*) termasuk jenis palem (*palma*) yang tumbuh di lingkungan hutan bakau.

Areal hutan nipah yang cukup luas dimiliki oleh Indonesia. Areal hutan nipah di dunia yang luasnya mencapai 35.000.000 hektar diperkirakan berada di Indonesia. Hutan-hutan nipah tersebar di Kalimantan, Sumatra, Sulawesi, Maluku, Papua, dan tanaman nipah tumbuh secara alamiah [12, 13]. Dalam upaya pengelolaan hutan dari *Timber Extraction* menuju *Sustainable Forest Management* diubah haluannya melalui Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK), karena HHBK memiliki nilai strategis. HHBK terbukti dapat menghadirkan perputaran ekonomi di tingkat lokal sehingga berdampak pada peningkatan kesejahteraan. Daun nipah selain mudah didapat juga harga terjangkau oleh konsumen. Kesenambungan pengrajin atap daun nipah sangat tergantung pada bahan baku, modal, keterampilan, dan pemasaran [14]. Kriteria interior berkelanjutan yang dimiliki dalam rumah tinggal, sebagai berikut: 1) Efisiensi sumber daya; 2) Udara di dalam ruang dijaga kualitasnya; 3) Efisiensi energi dan; 4) Konservasi air. Proses produksi material interior juga harus efisien seperti limbah produksi direndahkan dan efek rumah kaca dikurangi. Bahan lokal sebaiknya digunakan untuk menyuplai material interior rumah tinggal. Dalam hal ini, transportasi pengangkutan material menuju ke lokasi dapat dihemat seperti energi dan sumber dayanya [15]. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa, sebagai berikut: 1) Daun nipah bisa dimanfaatkan sebagai salah satu alternatif produk komposit seperti papan dan sekaligus mengaplikasikan prinsip arsitektur berkelanjutan; 2) Jenis tanaman *palmae* dari daun nipah belum pernah diteliti sebagai bahan baku papan komposit; 3) Daun nipah merupakan tanaman endemik di Kampung KB; 4) Sifat fisika dan mekanika papan partikel dari jenis tanaman *palmea* telah memenuhi standar SNI (1996); 5) *Modulus* elastisitas jenis tanaman *palmea* telah memenuhi standar JIS A 5908; 6) Jenis tanaman *palmea* mempunyai sifat yang mudah dikempa, dan; 7) Daun nipah merupakan material bangunan yang berkelanjutan. Penelitian ini ditujukan untuk membuat material papan komposit dari daun nipah sehingga bisa dijadikan sebagai produk kreatif dan inovatif yang berkelanjutan.

Metode eksplorasi digunakan dalam penelitian ini. Data diawali dengan pemilihan bahan-bahan, alat-alat kerja, dan tahap-tahap pembuatan. Informasi dari berbagai sumber ditangkap dan ditafsirkan ke dalam suatu ide kreatif. Konsep dasar dilakukan dan dikembangkan secara pragmatis terhadap bentuk papan. Proses analisis dilakukan secara kualitatif, sehingga didapatkan dan dimunculkan bentuk papan. Bentuk papan dasar ditransformasi dari parameter hingga dihasilkan produk kreatif dan inovatif berupa rak buku.

## 2. Pembahasan

Material papan komposit dari daun nipah dibuat menjadi produk rak buku yang kreatif-inovatif dan berkelanjutan, sebagai berikut:

### 2.1. Alat-alat Kerja

Alat-alat kerja untuk membuat material papan komposit dari daun nipah, sebagai berikut: Cetakan kaca, gelas ukur, sendok pengaduk, kuas, meteran dan penggaris, alat tulis, alat gosok *amplas*, *plastisin*, gergaji besi, baskom, serta sendok dempul.

### 2.2. Bahan-bahan Kerja

Bahan-bahan kerja untuk membuat material papan komposit dari daun nipah, sebagai berikut: Daun nipah, *hardener*, minyak resin, dan *mirror glaze*.

### 2.3. Tahap-tahap Papan Komposit Dibuat

#### 2.3.1. Tahap Daun Nipah Digunting

Tahap daun nipah digunting, sebagai berikut: 1) Tulang daun dipisah dari daun karena menyebabkan fenomena gelembung; 2) Daun digunting per 10 mm x 10 mm. Kepadatan papan dipengaruhi oleh bentuk daun yang kecil; 3) Daun diremas-remas dengan tangan agar campuran komposit mudah menyatu dengan daun (ada di Gambar 1).

Adonan minyak  
resin, *hardener*,  
dan daun nipah

Daun nipah  
digunting



Gambar 1. Tahap daun nipah digunting, tahap daun nipah dicampur resin dan *hardener*

### 2.3.2. Tahap Daun Dicampur Resin dan *Hardener*

Tahap daun dicampur minyak resin dan *hardener*, sebagai berikut: 1) Cetakan papan dengan ukuran 600 mm x 200 mm x 10 mm dibuat dengan komposisi 1200 ml minyak resin dan dibutuhkan 8 ml *hardener*; 2) Daun yang telah digunting di letakkan pada baskom. Daun dimasukkan ke baskom sekitar 6 genggam; 3) Daun di baskom dicampur dengan minyak resin dan *hardener*. Adonan diaduk sampai rata. Adonan tercampur rata dengan ciri minyak resin sudah tidak bergumpal; 3) Cetakan kaca diolesi dengan *mirror glaze*. Semakin banyak *mirror glaze* diolesi di cetakan semakin baik. *Mirror glaze* yang diolesi di cetakan perlu dilakukan dengan cepat agar adonan pada baskom tidak padat; 4) Adonan dituang di dalam cetakan. Sebaiknya adonan tidak dituang dari tengah, tetapi dituang dengan cara mengelilingi bentuk cetakan. Adonan di baskom hendaknya dihabiskan agar tidak ada bahan yang terbuang. Adonan yang dituang di cetakan sebaiknya dilakukan dengan cepat karena dikhawatirkan adonan di baskom mengering (padat). Adonan menjadi padat pada baskom diperkirakan dua menit; 5) Adonan pada cetakan diratakan dengan bingkai kaca (alat yang permukaannya rata) agar rata dan estetik (ada di Gambar 1).

### 2.3.3. Tahap Adonan dikering anginkan

Tahap adonan diratakan telah selesai, maka adonan ditunggu sampai padat. Hawa panas dikeluarkan oleh papan yang telah padat dan bila papan disentuh panas. Papan yang telah padat dikering anginkan sampai papan tidak terasa panas (ada di Gambar 2). Pada tahap ini fenomena gelembung sering terjadi. Fenomena gelembung diantisipasi dengan cara gelembung ditusuk dengan menggunakan lidi.



Gambar 2. Tahap adonan dikering anginkan

#### 2.3.4. Tahap Papan dilepas dari Bingkai Cetakan

Tahap papan dilepas dari bingkai cetakan, sebagai berikut: 1) Tahap papan dilepaskan dari cetakan sebaiknya sebelum papan benar-benar padat; 2) Bingkai *plastisin* dibuka; 3) Papan dicungkil dengan sendok dempul pada bagian bingkai plastisin. Tahap papan dicungkil perlu dilakukan dengan penuh ketelitian karena papan masih lentur; 4) Papan dipindahkan pada tempat yang rata.

#### 2.3.5. Tahap Papan diberi Pemberat

Papan diberi pemberat agar papan tidak mengalami lengkung selama tahap pengeringan. Tahap ini bisa dilakukan selama 12 jam. Setelah tahap ini dilakukan, maka tahap pembuatan material papan komposit dari daun nipah telah selesai. Material papan komposit dari daun nipah yang telah dibuat berjumlah 7 lembar. Tahap papan dibuat selama 18 jam termasuk tahap papan diberi pemberat. Papan yang telah dibuat mempunyai ukuran 600 mm x 200 mm x 10 mm.

#### 2.3.6. Tahap Papan Dibuat Rak Buku

Setelah papan dibuat, maka material papan komposit dari daun nipah dibuat menjadi rak buku yang kreatif dan inovatif (ada di Gambar 3).



Gambar 3. Material papan komposit dari daun nipah yang dibuat rak buku

### 3. Simpulan

Penelitian ini disimpulkan bahwa cara untuk membuat material papan komposit dari daun nipah sehingga bisa dijadikan sebagai produk kreatif dan inovatif yang berkelanjutan dilakukan dengan tiga tahap. Pada tahap pertama disiapkan alat-alat kerja seperti cetakan kaca, gelas ukur, sendok pengaduk, kuas, meteran, spidol, alat gosok *amplas*, *plastisin*, gergaji besi, baskom, dan sendok dempul. Tahap kedua disiapkan bahan-bahan kerja seperti daun nipah, *hardener*, minyak resin, dan *mirror glaze*. Tahap ketiga dibuat papan seperti tahap daun nipah digunting, tahap daun dicampur minyak resin dan *hardener*, tahap adonan dikering anginkan, tahap papan dilepas dari bingkai cetakan, tahap papan diberi pemberat, serta tahap papan dibuat rak buku.

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Muhammad Fadel Mubaraq, Bayu Saputra, dan Jamal yang telah membantu penulis selama penelitian.

## Daftar Pustaka

- [1]. Wahyudi, A, “Dari Pendekatan Ekologis Menjadi Langgam Arsitektur (Catatan Dari Pengalaman Mendesain Beberapa Karya Arsitektur)”, pp 114-115 2012.
- [2]. Prianto E, “Rumah Tropis Hemat Energi Bentuk Kepedulian Global Warming”, in Riptek, Vol 1 No 1, November, pp 1 2007.
- [3]. Pramitasari P. H, dan Iyati W, “Penerapam Konsep Arsitektur Hijau Pada Desain Rumah Tinggal Karya Arsitek Indonesia”, in Proseding Seminar Nasional The Local Tripod, Akrab Lingkungan, Kearifan Lokal, dan Kemandirian, pp 25 2011.
- [4]. (Wikipedia contributors, “Konferensi Perubahan Iklim Perserikatan Bangsa-Bangsa 2015” *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, Wikipedia, The Free Encyclopedia, 26 Okt 2016. Web, 26 Okt 2016.)
- [5]. Karyono T. H, 2010. *Green Architecture Pengantar Pemahaman Arsitektur Hijau Di Indonesia*, PT RajaGrafindo Persada, Jakarta.
- [6]. Greeners Media Online 2014, Seminar Arsitektur Berkelanjutan; Arsitektur Tradisional untuk Bangunan Berkelanjutan, *Berita Harian, (Online)*, April, (<http://www.greeners.com>, diakses tanggal 6 Juni 2016).
- [7]. Wulandari F. T, “Deskripsi Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Partikel Tangkai Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb) Dan Papan Partikel Batang Bengle (*Zingiber cassumunar* Roxb)”, in Media Bina Ilmiah 7, Vol 6, No 6, Desember 2012.
- [8]. Anastatica Y, “Studi Pembuatan Papan Komposit Anyaman Pandan (*Pandanus spp*) Menggunakan Perekat Epoxy dan PVAc (Polivynil Acetate)”, in Undergraduate Thesis, Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor 2009.
- [9]. Zulfiana D, & Kusumah S. S, “Ketahanan Papan Komposit Dari Pelepah Sagu (*Rottb*) Terhadap Jamur Pelapuk Dan Rayap Tanah”, in Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol 32 No 4, pp. 253-262 Desember 2014.
- [10]. Setyawati D, Hadi Y. S, Massijaya, M.Y, dan Nugroho N, “Karakteristik Papan Komposit dari Serat Sabut Kelapa dan Palstik Polipropilena Daur Ulang Berlapis Anyaman Bambu”, in Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan 1 (1) : 18 – 26 2008.
- [11]. Astiningsih N. K, “Pengaruh Bahan Atap Kandang Dan Strain Terhadap Penampilan Ayam Pedaging”, in Jurusan Produksi Ternak”, Fakultas Peternakan, Universitas Udayana Denpasar 2012.
- [12]. Yeni L. F, Hidayat A, & Marlina R, “Isolasi dan Aktivitas Fermentasi Bakteri Asam Asetat Pada Nira Nipah”, in Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA Vol No 1, pp. 1-10 Januari 2011.
- [13]. Khalil dan Hidayat, T, “Potensi Buah Nipah Tua (*nypa fruticans wurmb*) Sebagai Bahan Pakan Ternak”, in Jurnal Peternakan Indonesia, pp. 11(2) : 123 – 128 2006.
- [14]. Mastono, Jumani, dan Tirkaamiana, “Peluang Usaha Atap Daun Nipah Bagi Masyarakat Di Kelurahan Timbau Tenggarong Kabupaten Kutai Kartanegara Provinsi Kalimantan Timur”, in Jurnal AGRIFOR Vol XII, No 1, Maret 2013.
- [15]. Wibowo M, “Strategi Pemilihan Material 3R Rumah Tinggal Dalam Desain Interior Sebagai Adaptasi dan Mitigasi Perubahan Iklim”, in Desain Interior, Fakultas Seni dan Desain, Universitas Kristen Petra 2009.