

## Pengaruh *Typha angustifolia* dalam Menurunkan Kadar COD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu

Alya Andien Sajidah<sup>1</sup>, Tanti Utami Dewi<sup>1\*</sup>, dan Ulvi Pri Astuti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: [tanti.dewi@ppns.ac.id](mailto:tanti.dewi@ppns.ac.id)

### Abstrak

Proses produksi tahu di Kabupaten Jombang menghasilkan air limbah dengan kadar COD dan TSS yang melebihi baku mutu yaitu sebesar 7.299 mg/L dan 426 mg/L. PERMENLH No. 5 Tahun 2014 menyatakan kadar pencemar COD dan TSS untuk industri pengolahan kedelai maksimal sebesar 300 mg/L dan 200 mg/L. Alternatif pengolahan menggunakan fitoremediasi metode *free water surface* dengan tanaman *Typha angustifolia*. Tanaman ini dipilih karena memiliki akar serabut yang lebat sehingga tanaman dapat menyerap lebih banyak zat hara. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menganalisis pengaruh *Typha angustifolia* terhadap penyisihan COD dan TSS pada limbah cair industri tahu. Penelitian ini menggunakan sistem kontinu dengan waktu kontak 15 hari. Hasil akhir konsentrasi COD dan TSS dengan waktu kontak 15 hari menunjukkan nilai sebesar 1.479,5 mg/L dan 45 mg/L.

**Keywords:** COD, Fitoremediasi, *Free Water Surface*, TSS, *Typha angustifolia*

### 1. PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu industri rumahan yang proses pembuatannya membutuhkan air dalam jumlah besar sebagai bahan pencucian, perendaman, penggilingan, pemasakan, penggumpalan, pengepresan hingga pencetakan. Limbah cair tahu dari proses produksi belum dikelola dengan baik, karena bagi industri rumahan pembuatan IPAL membutuhkan biaya yang mahal. Hal tersebut dapat mencemari lingkungan sekitar karena limbah cair tahu bersifat *slow biodegradable* dan mengandung beban organik yang tinggi (Rahmani & Handajani, 2014).

Limbah cair tahu pada salah satu industri tahu di Kabupaten Jombang mengandung COD dan TSS sebesar 7.299 mg/L dan 426 mg/L. Kadar pencemar tersebut melebihi baku mutu pada PERMENLH No. 5 Tahun 2014 yang menyatakan kadar pencemar COD dan TSS untuk industri pengolahan kedelai maksimal sebesar 300 mg/L dan 200 mg/L. Alternatif pengolahan yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar pencemar limbah cair industri tahu yaitu dengan fitoremediasi.

Metode fitoremediasi merupakan pengolahan limbah cair dengan menggunakan media tanaman sebagai biofilter yang lebih ramah lingkungan. Fitoremediasi merupakan suatu teknik untuk meminimalisir zat polutan dengan memanfaatkan tanaman dan bagian-bagiannya yang bekerja sama dengan mikroorganisme dalam suatu reaktor (Anam, 2013). Tanaman air dapat menyerap dan mengurai atau menurunkan kandungan polutan dengan cukup baik karena beberapa faktor, salah satunya pada sistem perakaran. Sistem perakaran yang terletak pada dasar perairan, kuat, panjang, dan menjalar sehingga sangat efektif dalam memperluas area tempat mikroorganisme terlekat (Dewi dkk., 2018).

Tanaman yang akan digunakan pada penelitian ini, yaitu tanaman *Typha angustifolia*. Tanaman *T. angustifolia* merupakan tanaman yang mampu menoleransi beban nutrisi tinggi serta dapat meningkatkan aktivitas rizofe. Tanaman *T. angustifolia* memiliki daya tahan yang cukup kuat dan tidak mudah mati serta memiliki akar serabut yang lebat sehingga dapat menyerap beban pencemar yang relatif tinggi (Abdulgani dkk., 2014). Karakteristik tersebut menjadikan tanaman tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pengolah limbah berkelanjutan yang ramah lingkungan (Widayati dkk., 2023). Berdasarkan penelitian Ni'am dkk., (2023) menggunakan metode *constructed wetland* dengan sistem sub-surface flow untuk mengolah limbah dari rumah potong hewan. *Constructed wetland* merupakan lahan basah buatan yang direkayasa dengan substrat jenuh atau tidak jenuh, vegetasi muncul atau mengambang atau terendam, serta beragam mikroorganisme yang sengaja dibuat untuk pengendalian pencemaran air. Karakteristik limbah rumah potong hewan dengan parameter COD sebesar 4.310,1 mg/L dan TSS sebesar 846 mg/L. Tanaman *T. angustifolia* pada konsentrasi 25% dapat menurunkan parameter COD sebesar 45,26 mg/L dan TSS 50 mg/L. Efisiensi removal COD sebesar 98,95% dan TSS 94,09%. Penelitian ini dilaksanakan untuk menganalisis fitoremediasi menggunakan tanaman *T. angustifolia* untuk menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah cair industri tahu menggunakan metode *constructed wetland* dengan sistem kontinu.

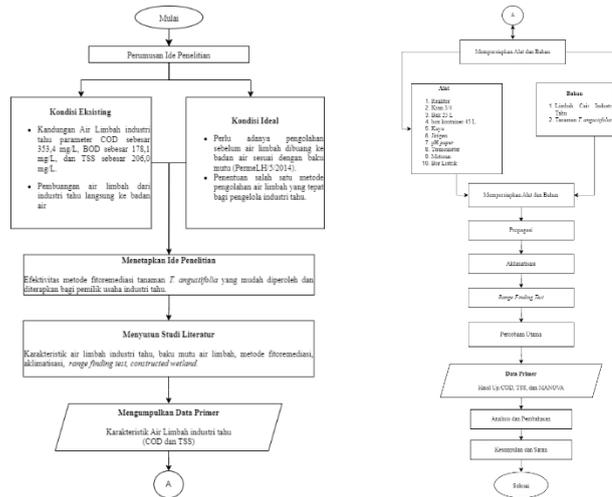
**2. METODE**

Tahapan yang dilakukan sebelum melakukan uji fitoremediasi yaitu melewati tahap propagasi, aklimatisasi, dan *Range Finding Test* (RFT).

**2.1 Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan pada penelitian ini, yaaitu reaktor dimensi 75 × 50 × 40 cm, kran ukuran ¾, bak 25 L, jerigen, pH *paper*, termometer, dan meteran. Bahan yang dibutuhkan pada penelitian ini yaitu tanaman *T. Angustifolia* dan limbah cair industri tahu, air PDAM, dan tanah.

**2.2 Tahapan Penelitian**



**Gambar 5.** Diagram Alir Penelitian

a. Tahap Propagasi

Propagasi merupakan proses memperbanyak tanaman dengan cara seksual (biji) dan aseksual (vegetatif). Pada penelitian ini propagasi tanaman menggunakan metode vegetatif, yaitu akar batang, area daun atau kuncup menempel pada batang tanaman, dan daun nantinya akan menghasilkan tanaman yang identik dengan induknya (USEPA, 2012). Tanaman *T. angustifolia* ditanam pada tanah yang sudah dicampur pupuk NPK pada pot serta dilakukan penyiraman setiap hari menggunakan air PDAM. Tahap propagasi berlangsung selama 1 bulan, tanaman yang sudah berumur 1 bulan akan digunakan pada penelitian. Setelah itu tanaman dipisahkan dari induknya dan dibersihkan, tunas *T. angustifolia* dipindahkan ke wadah yang hanya berisi air PDAM dan diberi vitamin B1 sebelum memasuki tahap aklimatisasi.



**Gambar 6.** Tahap Propagasi

b. Tahap Aklimatisasi

Aklimatisasi merupakan proses dimana tanaman yang akan digunakan menyesuaikan dengan lingkungan sebenarnya. Sebelum dilakukan proses aklimatisasi tanaman dibersihkan dahulu dari kotoran-kotoran yang menempel pada daun dan akar (Rismawati dkk., 2020). Aklimatisasi tanaman *T. angustifolia* diletakkan pada reaktor tanpa media tanam, yaitu dengan menggunakan campuran persentase volume air limbah dengan air biasa. Pelaksanaan aklimatisasi tanaman *T. angustifolia* dilakukan menggunakan reaktor yang berbeda dan ditambahkan air limbah dengan persentase volume air limbah yang meningkat secara bertahap. Persentase volume air limbah yang dilarutkan bersama air kran dengan perbandingan 25:75 pada 3 hari pertama, 50:50 pada 3 hari selanjutnya, 75:25 pada 3 hari selanjutnya, dan 100:0 air limbah pada 3 hari terakhir.

c. Tahap *Range Finding Test* (RFT)

RFT dilakukan untuk menganalisa kemampuan tanaman dalam menyerap polutan yang terkandung pada limbah cair industri tahu pada konsentrasi tertentu. RFT ini dilakukan pada persentase volume air limbah 0% (kontrol), 20%, 40%, 60%, 80%, 100% selama 96 jam yang mengacu pada USEPA. Apabila terdapat tanaman yang mati pada rentang waktu 96 jam maka akan dilaksanakan proses RFT pada tanaman yang masih hidup dengan 5 rentang konsentrasi yang diperkecil.

d. Tahap Fitoremediasi

Tanaman yang digunakan pada tahap fitoremediasi merupakan tanaman yang sudah melewati tahap aklimatisasi. Jumlah tanaman yang digunakan yaitu 4 tanaman pada setiap reaktor. Reaktor yang digunakan memiliki dimensi  $75 \times 50 \times 40$  cm dengan volume air limbah yang masuk sebanyak 14L/hari. Tahap ini berlangsung selama 15 hari, dengan dilakukan pengujian setiap 3 hari sekali (hari ke 0, 3, 6, 9, 12, 15).

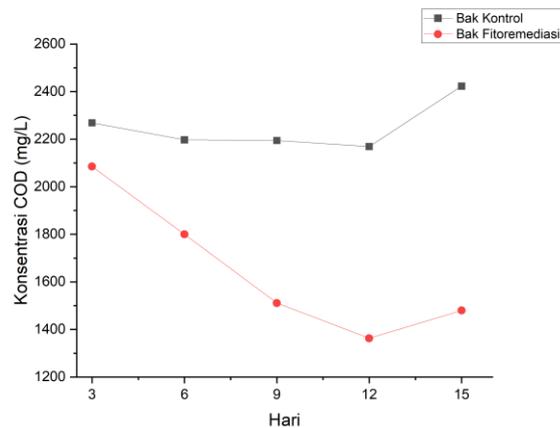


Gambar 7. Reaktor Fitoremediasi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Penurunan COD

Tanaman *Typha angustifolia* merupakan tanaman yang mampu mengurangi kandungan COD dalam limbah cair tahu dengan baik. Limbah tahu memiliki kandungan organik yang tinggi, diketahui dari hasil pengujian awal limbah cair tahu memiliki nilai COD sebesar 7.299 mg/L dan BOD sebesar 2.394 mg/L. Besar rasio BOD dan COD pada limbah tahu yang digunakan sebesar 0,33 yang menunjukkan bahwa limbah bersifat *slow biodegradable*, karena nilai rasio BOD dan COD 0,3 – 0,6. *Slow biodegradable* merupakan limbah yang dapat diolah dengan pengolahan biologis, tetapi proses dekomposisinya lebih lambat karena mikroorganisme pengurai membutuhkan waktu untuk beradaptasi dengan limbah tersebut (Yustiani dkk., 2020).



Gambar 8. Konsentrasi Penyisihan COD pada Tahap Fitoremediasi

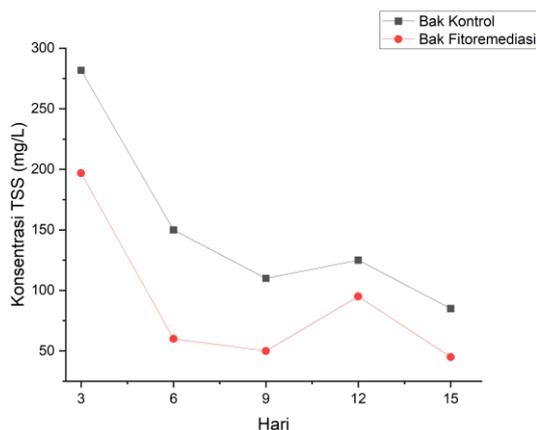
Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar COD pada hari ke-3 di reaktor kontrol sebesar 2.269 mg/L serta reaktor fitoremediasi sebesar 2.085 mg/L. Nilai COD mengalami penurunan pada hari ke-6 sampai hari ke-12, pada reaktor kontrol sebesar 2.169 mg/L dan reaktor fitoremediasi sebesar 1.363 mg/L. Penurunan nilai COD meningkat seiring bertambahnya waktu pengolahan sehingga mikroorganisme dapat berkontak dengan air

limbah. Bahan organik pada air limbah akan diuraikan oleh mikroorganisme menjadi senyawa lebih sederhana serta dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi. Pada sistem perakaran tanaman air akan menghasilkan oksigen sebagai sumber energi/katalis untuk merangkai proses metabolisme bagi kehidupan mikroorganisme (Abdulgani & Izzati, 2014). Menurut Khaer & Nursyafitri (2019) penurunan COD dapat terjadi karena bahan padatan telah mengendap sehingga bahan buangan di air limbah juga berkurang. Selain itu, sebagian bahan buangan telah teroksidasi dan yang lainnya telah terserap oleh tanaman sehingga nilai COD bisa menurun. Hal ini juga disebabkan oleh suplai oksigen terlarut cukup banyak terutama dari hasil fotosintesis tanaman sehingga menyebabkan dekomposisi bahan organik menjadi lebih efektif.

Penurunan konsentrasi COD pada reaktor kontrol tidak terlalu signifikan dibandingkan dengan reaktor fitoremediasi. Konsentrasi COD hari ke-15 pada reaktor kontrol menunjukkan hasil 2.423 mg/L. Kenaikan konsentrasi pada reaktor kontrol terjadi karena tidak ada pengolahan, serta beban organik yang masuk melebihi kapasitas reaktor. Sedangkan, pada reaktor fitoremediasi konsentrasi COD mengalami kenaikan, menunjukkan hasil COD sebesar 1.479,5 mg/L. Hal ini terjadi karena kemampuan tanaman saat awal percobaan dapat menyerap kadar COD masih tinggi. Tanaman mampu menyerap COD hingga hari ke-12 karena tanaman belum melewati titik jenuh. Titik jenuh merupakan batas waktu maksimum, suatu tanaman dapat mentolerir kontaminan. Apabila suatu tanaman sudah melewati titik jenuh, kemampuan tanaman dalam menyerap COD akan mengalami penurunan (Rizky dkk., 2017). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Widayati dkk., (2023) bahwa tanaman *T. angustifolia* mampu menurunkan kadar COD pada limbah tahu sebesar 42,04% dengan waktu kontak 4 minggu.

### 3.2 Penurunan Total Suspended Solid (TSS)

Nilai padatan tersuspensi total menunjukkan banyaknya bahan yang tersuspensi di dalam air. Limbah industri cair tahu mengandung zat tersuspensi, sehingga airnya sangat keruh. Besarnya nilai TSS pada air limbah tahu berasal dari sisa padatan kedelai yang belum tersaring sempurna (Subekti, 2011). Grafik penyisihan konsentrasi TSS dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 9.** Konsentrasi Penyisihan TSS Tahap Fitoremediasi

Hasil dari pengujian TSS pada Gambar 3 dapat diketahui pada hari ke-3 konsentrasi TSS pada reaktor kontrol sebesar 281,8 mg/L dan reaktor fitoremediasi sebesar 196,9 mg/L. Pada hari ke-6 sampai hari ke-9 mengalami penurunan konsentrasi pada reaktor kontrol hingga 110 mg/L dan reaktor fitoremediasi hingga 50 mg/L. Tetapi hasil pengujian pada hari ke-12 mengalami kenaikan konsentrasi pada reaktor kontrol menunjukkan nilai 125 mg/L dan reaktor fitoremediasi menunjukkan nilai 95 mg/L. Hal tersebut disebabkan karena faktor lingkungan seperti masuknya lalat ke media tanam dan adanya jentik-jentik nyamuk yang tumbuh pada media (Novita dkk., 2021).

Hasil pengujian pada hari ke-15 didapat nilai TSS sebesar 85 mg/L. Hal tersebut terjadi karena adanya proses sedimentasi yang dipengaruhi oleh gravitasi bumi sehingga semakin lama waktu tinggal, maka padatan akan mengendap. Sedangkan, nilai TSS pada reaktor fitoremediasi sebesar 45 mg/L, hal ini menunjukkan penurunan TSS sudah berada di bawah baku mutu yaitu 200 mg/L. Penurunan pada reaktor fitoremediasi terjadi karena terdapat proses penyaringan melewati media/substrat, akan terjadi penyaringan oleh massa akar atau fauna air (Abdulgani & Izzati, 2014). Hal ini sejalan dengan penelitian Abdulgani & Izzati (2014) diketahui bahwa tanaman *T. angustifolia* dengan variasi waktu tinggal dapat menurunkan TSS. Efisiensi sebesar 84,71% pada waktu tinggal 15 hari, pada waktu tinggal 10 hari TSS memiliki efisiensi sebesar 77,18%, dan pada waktu tinggal 5 hari efisiensi removal TSS sebesar 73,78%.

### 3.3 Uji Two Way MANOVA

Analisis MANOVA digunakan untuk mengetahui pengaruh variabel independen terhadap variabel

dependen. Hasil uji MANOVA dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 2.** Uji Two Way MANOVA

No.	Effect	Nilai Sig.	Keterangan
1	Waktu Kontak	0,000	Berpengaruh
2	Variasi Tanaman	0,000	Berpengaruh
3	Waktu Kontak*Variasi Tanaman	0,000	Berpengaruh

Analisis MANOVA dilihat pada nilai signifikansi yang didapatkan. Apabila nilai signifikansinya  $<0,005$  maka dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak, tetapi apabila nilai signifikansinya  $>0,005$  maka  $H_0$  diterima (Payadnya & Jayantika, 2018). Asumsi yang digunakan yaitu  $H_0$  sebagai hipotesis variabel bebas tidak berpengaruh terhadap variabel terikat dan  $H_1$  sebagai hipotesis variabel bebas berpengaruh terhadap variabel terikat. Berdasarkan Tabel 1 didapatkan hasil Sig. sebesar 0,000 pada variabel waktu kontak, variasi tanaman, serta interaksi pots variabel (Waktu Kontak & Variasi Tanaman) yang berarti nilai tersebut  $<0,05$ . Hal tersebut menunjukkan bahwa  $H_{0a}$  ditolak dan  $H_{1a}$  diterima dengan nilai signifikansi  $<0,005$  sehingga waktu kontak dan variasi tanaman memiliki pengaruh terhadap efisiensi pemisihan COD dan TSS.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa ada pengaruh penggunaan tanaman *T. angustifolia* terhadap penyisihan COD dan TSS dengan waktu kontak 15 hari menunjukkan konsentrasi sebesar 1.479,5 mg/L dan 45 mg/L. Hasil uji MANOVA menunjukkan nilai Sig. sebesar 0,000 pada variabel waktu kontak, variasi tanaman, serta interaksi pots variabel (Waktu Kontak & Variasi Tanaman) yang berarti nilai tersebut  $<0,05$ .

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, H., & Izzati, M. (2014). Kemampuan Tumbuhan *Typha Angustifolia* Dalam Sistem *Subsurface Flow Constructed Wetland* Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Kerupuk (Studi kasus limbah cair sentra industri kerupuk Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu Jawa Barat). *Jurnal Bioma*. Vol. 16 No. 1. *Jurusan Teknik Lingkungan. Universitas Diponegoro*.
- Anam, M. M., Kurniati, E., & Suharto, B. (2013). Penurunan Kandungan Logam Pb Dan Cr Leachate Melalui Fitoremediasi Bambu Air (*Equisetum hyemale*) dan Zeolit. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, Vol. 1 No. 2, 43-59.
- Dewi, E. I., Andriana, L., & Irawanto, R. (2018). *Phenology Study of Aquatic Plants (Sagittaria lancifolia and Echinodorus radicans) in Purwodadi Botanic Garden*. In *Prosiding Seminar Nasional Hayati*. Vol. 6, pp. 144-154.
- Khaer, A., & Nursyafitri, E. (2019). Kemampuan Metode Kombinasi Filtrasi Fitoremediasi Tanaman Teratai Dan Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kadar BOD Dan COD Air Limbah Industri Tahu. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, Vol. 17 No. 2, 11-18.
- Ni'am, A. C., Kholish, N. R. A., & Trihandana, D. H. (2023). *Constructed Wetland* sebagai Upaya Pengurangan Konsentrasi Beban Organik pada Limbah Cair Rumah Potong Hewan. *Prosiding ESEC*, Vol. 4 No. 1, 425-431.
- Novita, E., Agustin, A., & Pradana, H. A. (2021). Pengendalian Potensi Pencemaran Air Limbah Rumah Pemotongan Ayam Menggunakan Metode Fitoremediasi dengan Beberapa Jenis Tanaman Air (Komparasi antara Tanaman Eceng Gondok, Kangkung, dan Melati Air). *Agroteknika*, Vol. 4 No. 2, 106-119.
- Payadnya, A. A., & Jayantika, T. I. (2018). Panduan Penelitian Eksperimen Beserta Analisis Statistik Dengan SPSS. Grup Penerbitan CV Budi Utama.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Rahmani, A. F., & Handajani, M. (2014). Efisiensi Penyisihan Organik Limbah Cair Industri Tahu Dengan Aliran Horizontal *Subsurface* Pada *Constructed Wetland* Menggunakan *Typha angustifolia*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 20 No. 1, 78-87.
- Rismawati, D., Thohari, I., & Rochmalia, F. (2020). Efektivitas Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) dalam Menurunkan Kadar BOD<sub>5</sub> dan COD Limbah Cair Industri Tahu. *Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES" (Journal of Health Research "Forikes Voice")*, Vol. 11 No. 2, 186-190.
- Rizky, N., Budiyo, B., & Setiani, O. (2017). Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman *Azolla microphylla* Terhadap Penurunan Kadar Fosfat Dan COD Pada Limbah Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, Vol. 5 No. 1, 465-472.
- Subekti, S. (2011). Pengolahan limbah cair tahu menjadi biogas sebagai bahan bakar alternatif. *Prosiding Sains Nasional dan Teknologi*, Vol. 1 No. 1.
- USEPA. (2012). Ecological Effects Test Guidelines OCSPP 850.4500 : Alga Toxicity. United States

Environmental Protection Agency, USA.

- Widayati, W., Setyawan, S. A. A., Kurniati, E., Rachmansyah, A., & Anugroho, F. (2023). *Performance Of Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland (VSSFCW) With T. Angustifolia and I. Aquatica for BOD And COD Removal from Tofu Wastewater*. *Journal of Biological Researches*, Vol. 29 No. 2.
- Yustiani, Y. M., Mulyatna, L., & Anggadinata, A. (2020). Studi Identifikasi Kualitas Air dan Kapasitas Biodegradasi Sungai Cibaligo. *INFOMATEK: Jurnal Informatika, Manajemen Dan Teknologi*, Vol. 22 No. 1, 23-30.