

PENERAPAN METODE FUZZY TSUKAMOTO UNTUK MEMPREDIKSI JUMLAH PRODUKSI INDUSTRI KARET Studi Kasus di Sumatera Selatan

Ariq Luthfi R.¹, Arief Nauvan R.², Muchamad Rizal G. A.³

^{1,2} Teknik Informasi , Politeknik Negeri Malang, ³ Instansi

¹ttzluthfi@gmail.com, ² nauvan121@gmail.com, ³ muchamadrizalgsnanda@gmail.com

Abstrak

Indonesia sebagai produsen karet alam terbesar kedua di dunia, produk turunannya didominasi (>90%) berupa crumb rubber. Penelitian ini dilakukan menggunakan survei pabrik karet remah di provinsi Sumatera Selatan. Tekad responden pabrik karet remah dilakukan secara sengaja (purposive sampling) dengan kriteria lokasi pabrik, kapasitas produksi, proses produksi, penggunaan energi, dan pengendalian produksi. Kegiatan survey dilakukan di pabrik crumb rubber yang berlokasi di Musi Kabupaten Banyuasin, Muara Enim dan Banyuasin, serta empat pabrik yang berlokasi di kota Palembang. Parameter pengamatan meliputi kondisi bahan baku karet, pengendalian kontaminasi, aspek energi pengolahan, dan pengendalian bau tak sedap. Survei hasil menunjukkan selektivitas dalam pembelian bahan baku karet oleh karet remah pabrik menurun karena persaingan yang ketat, hal itu dapat berdampak pada risiko masalah kontaminasi pada produk SIR. Tata kerja pabrik secara umum menunjukkan sudah dikategorikan baik, bahkan ada yang pabrik dinilai sangat baik, penggunaan pengawas ketenagakerjaan cukup intensif di beberapa bagian proses dan hasilnya dinilai secara efektif. Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode fuzzy tsukamoto dalam memprediksi produksi karet berdasarkan data pemesanan dan persediaan. Pada metode fuzzy tsukamoto setiap konsekuensi pada aturan yang berbentuk IF-THEN direpresentasikan dengan suatu himpunan fuzzy dengan fungsi keanggotaan yang menoton. Sebagai hasilnya, output hasil inferensi dari tiap-tiap aturan diberikan secara tegas (crisp) berdasarkan α -predikat.

Kata kunci : permintaan, logika fuzzy metode Tsukamoto, persediaan.

1. Pendahuluan

Industri pengolahan karet di Sumatera Selatan saat ini meliputi: karet remah (crumb rubber-Standar Indonesia Rubber), sit asap (Ribbed Smoke Sheet) dan lateks pekat. Jenis karet remah mendominasi produksi dengan kapasitas olah yang mencapai 987 ribu ton (98.7 %) diperoleh dari 26 unit pabrik yang tersebar di tujuh kabupaten/kota, disusul kapasitas pabrik sit asap yang meliputi hanya dua unit pabrik yang mencapai 14. 4 ribu ton (1.5 %), dan dua buah pabrik lateks pekat dengan kapasitas hanya 7.8 ribu ton (0.8 %).

Produk karet remah dan sit asap yang diproduksi di Sumatera Selatan saat ini semuanya berorientasi ekspor, sedangkan lateks pekat lebih kepada orientasi pada pasar domestik terutama ke pabrik barang jadi yang berada di pulau Jawa. Permasalahan yang dihadapi dalam pemasaran karet pada pasar domestik adalah penerapan pengenaan pajak pertambahan nilai (PPN) yang dinilai sangat memberatkan industri barang jadi karet.

Kapasitas pengolahan pabrik karet di Sumatera Selatan dibandingkan dengan ketersediaan bahan olahnya menunjukkan adanya idle capacity. Kapasitas olah pabrik karet di Sumatera Selatan

hanya terpenuhi sebesar 76.5%. Hal ini mengakibatkan persaingan usaha antar pabrik (khususnya pabrik karet remah) sangat tinggi dalam memperebutkan bahan olah, sehingga pabrik cenderung menerima mutu bahan olah karet yang lebih rendah sekalipun untuk memenuhi kebutuhan bahan olahnya dengan melonggarkan selektifitas pengadaan bahan olah karet tersebut.

Tuntutan pengelolaan pabrik karet remah saat ini adalah mutu konsisten, bebas kontaminasi, biaya produksi rendah, serta ramah lingkungan. Menurut Tunas dan Budiman (1992) bahwa kunci keberhasilan dalam memproduksi karet remah sangat dipengaruhi oleh empat faktor "M" yaitu material, mesin, metode, dan manusia yang diterapkan. Pengendalian keempat faktor tersebut menggambarkan penerapan tata kerja pabrik. Selanjutnya Budiman (1992) menyatakan bahwa keberhasilan pencapaian produk SIR sesuai tuntutan pasar memerlukan kecermatan kerja dengan menerapkan system jaminan mutu terpadu.

Teknik pencapaian produk SIR dapat dilakukan dengan penerapan teknik program sasaran yang dikembangkan Suwardin (1995), yaitu suatu metode optimasi faktor-faktor penggunaan bahan baku dan pilihan proses produksi dalam pengolahan SIR.

Dalam penelitian ini dilakukan survei untuk memperoleh data dan informasi kendala dalam pengolahan karet remah serta evaluasi kinerja pengelolaannya. Berdasarkan data dan informasi tersebut selanjutnya diharapkan diperoleh rumusan mengenai formulasi tata kerja pabrik karet remah yang berdaya guna dan berhasil guna sesuai dengan tuntutan konsumen dan ramah lingkungan.

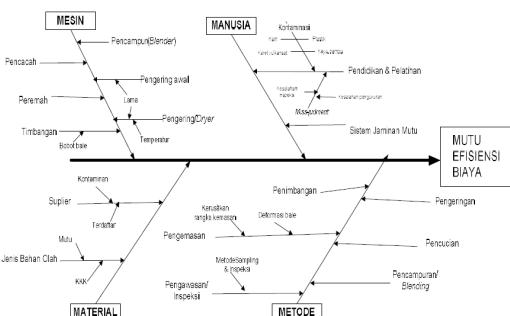
Penerapan metode fuzzy tsukamoto sudah pernah dilakukan untuk memprediksi jumlah produksi roti di Roti Malabar Bakery. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode fuzzytsukamoto sebagai metode yang paling unggul dalam memprediksi jumlah produksi, dimana diketahui hasil prediksi dengan hasil produksi perusahaan tidak jauh berbeda yang dapat dilihat dari nilai error yang didapatkan 1% (Minarni et al, 2016). Penelitian lain tentang penerapan metode fuzzytsukamoto untuk memprediksi jumlah siswa baru di SMK TELKOM Shandy Putra Banjarbaru. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode fuzzytsukamoto mempunyai tingkat akurasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode fuzzysugeno, yaitu sebesar 90,41% (Abidah S, 2016).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menggunakan metode fuzzy tsukamoto tersebut menunjukkan bahwa metode tersebut sangat baik untuk memprediksi suatu hal, sehingga peneliti akan menerapkan metode tersebut untuk memprediksi produksi karet remah di provinsi Sumatera Selatan.

2. Penomoran Persamaan, Gambar dan Tabel

2.1 Methode Penelitian

Kerangka Pemikiran
Analisis sebab-akibat dalam pengelolaan produksi karet remah digunakan metode Ichikawa yang disajikan pada Gambar 1. Kondisi material bokar dan pilihan teknik produksi sangat mempengaruhi mutu karet remah yang dihasilkan (*Suwardin et al., 1990* dan *Suwardin et al., 1997*). Sementara itu bokar yang dihasilkan petani umumnya masih sangat beragam, hal ini terkait mengenai jenis koagulan dan cara penyimpanan yang tidak sesuai anjuran.



Gambar 1. Analisis sebab-akibat produksi karet remah

Metode pengolahan karet remah yang banyak diterapkan oleh pengelola pabrik karet remah

pada dasarnya sama, perbedaan hanya dalam proses maturasi yaitu dengan cara penggantungan (kering angin) dan penyimpanan blanket dalam kondisi disidai dalam tumpukan rak. *Honggokusumo et al. (1995)* menyatakan maturasi dan predrying berpengaruh nyata terhadap mutu dan karakteristik cure rate. Sementara itu *Santosa et al. (1995)* melaporkan bahwa perlakuan mekanis dalam pengolahan karet perlu diperhatikan karena berpengaruh nyata terhadap mutu karet yang dihasilkan. Untuk mencapai sasaran produk SIR yang konsisten, bebas kontaminasi, biaya efektif dan ramah lingkungan diperlukan kecermatan kerja dan penerapan sistem jaminan mutu terpadu.

metode survei terhadap pabrik karet remah yang ada di provinsi Sumatera Selatan (Gambar 2). Landasan pemilihan Sumatera Selatan dilakukan berdasarkan pertimbangan provinsi penghasil karet terbesar di Indonesia, dimana jenis produk yang utama berupa karet remah. Penentuan responden pabrik karet remah dilakukan secara sengaja (purposive sampling) dengan kriteria lokasi pabrik, kapasitas produksi, proses produksi, penggunaan energi, dan pengendalian produksi.

Parameter yang diamati meliputi : (a) Evaluasi kondisi BOKAR, (b) Energi dalam pengolahan karet, (c) Evaluasi kinerja pengendalian kontaminan, dan (d) Evaluasi kinerja pengendalian limbah



Gambar 2. Peta lokasi pabrik karet remah sebagai responde

Dalam setiap pembelian bokar, pihak pengelola pabrik karet remah telah memiliki prosedur baku untuk melakukan proses seleksi/sortasi bokar. Pelaksanaan pemeriksaan bokar dilakukan dengan

membelah setiap sleb dengan menggunakan mesin pemotong (Gambar 4) dan atau secara manual menggunakan pisau/gergaji potong (Gambar 5 dan 6). Kualitas bokar pada saat penelitian menunjukkan secara umum kondisi bokarnya cenderung rendah yang ditunjukkan banyaknya kontaminan berupa tatal (Gambar 7) dan bahan lain bahkan banyak yang mengandung bahan tanah dan pasir (Gambar 8). Kondisi ini sangat berkait dengan ketersediaan suplai bokar yang terbatas seperti telah dibahas di atas.



Gambar 4. Mesin pemotong bokar slab secara manual



Gambar 5. Pisau/gergaji untuk membelah



Gambar 6. Kegiatan sortasi slab secara manual



Gambar 7. Bokar yang mengandung tatal

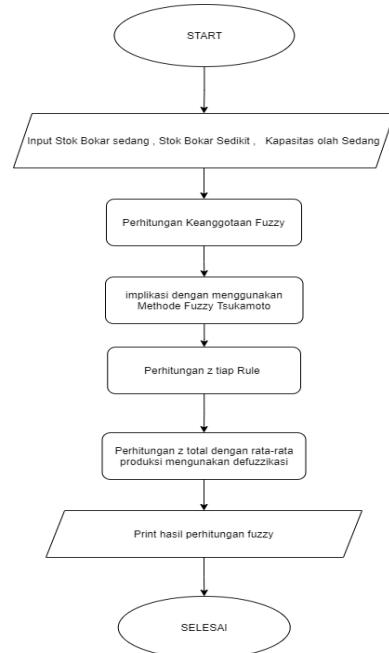


Gambar 8. Bokar yang mengandung tanah

3. Perancangan Sistem

3.1 Flowchart

Perancangan system dapat digambarkan dalam beberapa system antara lain flowchart, Flowchart digambarkan dengan menggunakan simbol – simbol yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang alur proses penyelesaian masalah. Flowchart merupakan bagian alir dari proses penyelesaian masalah yang disusun secara sistematis , Flowchart pada system rekomendasi Produksi Karet dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 9

3.2 Persamaan

Ada dua tipe variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu variabel input dan variabel output dimana variabel input adalah data Kapasitas yang mempunyai tiga himpunan fuzzy (Sedikit,Sedang, Banyak) dan jumlah Stok juga memiliki tiga himpunan fuzzy (Sedikit, Sedang, Tinggi) .

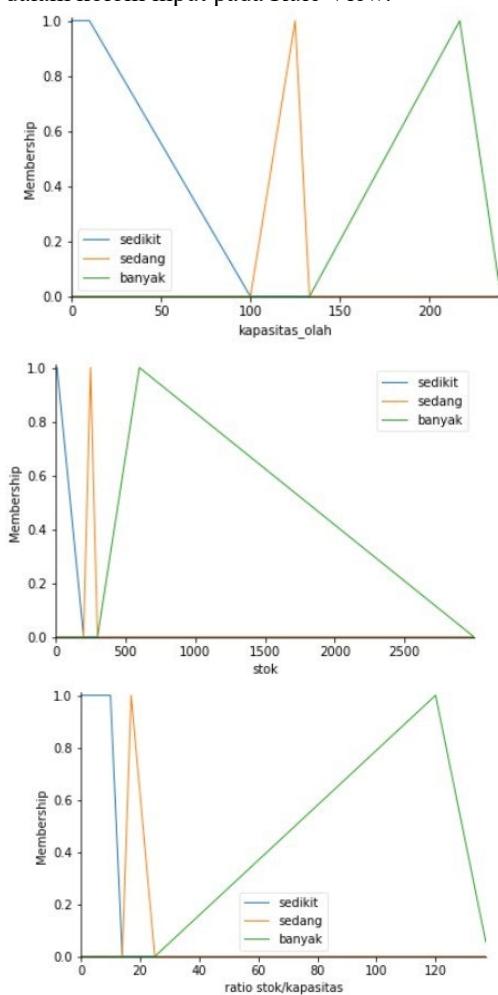
sedangkan variabel output adalah jumlah produksi yang juga mempunyai tiga himpunan fuzzy (Sedikit,Sedang, Banyak). Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari PT Perusahaan yaitu: data Stok , Kapasitas dan data produksi per hari . Dimana data-data tersebut kemudian digunakan untuk menentukan jumlah produksi karet pada perusahaan tersebut. Data-data tersebut merupakan data dengan satuan ton dan data-data tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 : Keadaan stok bokar di salah satu pabrik

No	Nama Pabrik	Stok Bokar (ton kk)	Kapasitas olah (ton kk/hari)	Rasio stok / kapasitas (hari produksi)
1	PT MB1	200	133	1.7
2	PT BA1	300	120	2.5
3	PT ME1	200	120	2.6
4	PT PG1	600	240	2.5
5	PT PG2	300	117	1.4
6	PT PG3	3000	217	13.8
7	PT PG4	250	183	1.4

B. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, penyelesaian proses perhitungan manual dengan menggunakan Penerapan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto terdapat empat tahap yang harus dilakukan yaitu Menentukan Himpunan Fuzzy, Aplikasi Fungsi Implikasi, Komposisi Antar Aturan, Penegesan (defuzzification). Proses Perhitungan manual dilakukan terlebih dahulu dengan menggunakan satu contoh kasus agar dapat membuktikan kesamaan pada tahap akhir yaitu penegesan (defuzzification) supaya mendapatkan output yang sama. Untuk mendapatkan output selanjutnya untuk kasus yang lain dilakukan dengan Software Matlab dengan menginput data permintaan dan data persediaan dalam kolom input pada Rule View.



Contoh studi kasus :

PT PG2 ingin mengetahui jumlah produksi karet harinya yang akan diproduksi menggunakan Penerapan Logika Fuzzy Metode Tsukamoto berdasarkan data pada Tabel 1, dengan Stok Bokar sebesar 300 ton dan Kapisitas olah 117 ton. Kira-kira Berapa jumlah produksi karet perhari-nya?

3.2.1 Menentukan Himpunan Fuzzy

Dalam menentukan himpunan fuzzy terlebih dahulu harus mencari derajat keanggotaan dari fungsi

keanggotaan yang direpresentasikan dengan representasi kurva segitiga. Variabel permintaan telah didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy yaitu RENDAH, SEDANG dan TINGGI setiap himpunan Fuzzy memiliki interval derajat keanggotaan. Berikut adalah gambar fungsi keanggotaan pada variable Stok Bokar sebesar 300 ton dan Kapisitas olah 117 ton.

Stok Bokar sebesar 300 ton termasuk kedalam himpunan fuzzy SEDIKIT ,SEDANG dan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut :

$$\mu_{\text{Sedikit}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 200 \\ \frac{x-200}{290-200}; & 200 \leq x \leq 290 \\ 1; & x \geq 600 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedang}}[x] = \begin{cases} 0; & x \leq 250 \\ \frac{x-250}{600-250}; & 250 \leq x \leq 600 \\ 1; & x \geq 3000 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{Sedikit}}(300) = \frac{300-200}{290-200} = 1$$

$$\mu_{\text{Sedang}}(300) = \frac{300-250}{600-250} = 0.14$$

sehingga diperoleh : $\mu_{\text{Sedikit}}(300) = 1$
 $\mu_{\text{Sedang}}(300) = 0.14$
 $\mu_{\text{Tinggi}}(300) = 0$

bahwa permintaan karet tersebut dikatakan SEDIKIT dengan derajat keanggotaan = 1 , SEDANG dengan derajat keanggotaan = 0,14 . Untuk variabel kapasitas didefinisikan pada tiga himpunan fuzzy, yaitu SEDIKIT, SEDANG, BANYAK. Setiap himpunan fuzzy memiliki interval fungsi keanggotaan. Berikut adalah gambar fungsi keanggotaan pada variabel Stok 300 ton. Kapisitas 117 ton termasuk kedalam himpunan fuzzy SEDANG dengan derajat keanggotaan sesuai fungsi berikut :

$$\mu_{\text{Sedikit}}[y] = \begin{cases} 0; & y \leq 100 \text{ atau } y \geq 120 \\ \frac{120-y}{120-100}; & 100 \leq y \leq 120 \\ 1; & 1 \leq y \leq 120 \end{cases}$$

Diketahui :

$$1. \mu[y] = 117$$

$$\mu_{\text{Sedikit}}(117) = \frac{120-117}{120-100} = 0.15$$

sehingga diperoleh : $\mu_{\text{Sedikit}}(117) = 0.15$
 $\mu_{\text{Sedang}}(117) = 0$

$$\mu_{\text{Banyak}}(117) = 0$$

Jika Sedikit Rasio Produksi karet = 10, dan Banyak produksi karet = 130 :

$$\mu_{\text{Sedikit}}[z] = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{130-z}{130-10} & z \leq 130 \\ 0 & z > 130 \end{array} \right.$$

$$\mu_{\text{Banyak}}[z] = \left\{ \begin{array}{ll} \frac{z-130}{130-10} & z \geq 130 \\ 0 & z < 130 \end{array} \right.$$

3.2.2 Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil derajat keanggotaan minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan fungsi implikasi yaitu ada 9 aturan tetapi yang digunakan yaitu dua aturan yaitu [R3] dan [R4] sebagai berikut :

[R2] jika permintaan Sedikit dan persediaan Sedang maka Produksi adalah Sedang

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_1 &= \mu_{\text{Sedikit}} \cap \mu_{\text{Sedang}} \\ &= (\mu_{\text{StokSEDIKIT}}(2), \mu_{\text{KPSSEDANG}}(0,15)) \\ &= \min(1; 0.15) \\ &= 0.15 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_1 = \frac{130-z}{130-10}$$

$$0.15 = \frac{130-z}{120}$$

$$18 = 130 - z$$

$$z_1 = 112$$

[R4] jika pakaian Sedang dan Persediaan Sedang Maka Produksi adalah Sedang

$$\begin{aligned} \alpha - \text{predikat}_1 &= \mu_{\text{Sedang}} \cap \mu_{\text{Sedang}} \\ &= (\mu_{\text{StokSEDANG}}(0,03), \mu_{\text{KPSSEDANG}}(0,85)) \\ &= \min(0.14; 0.85) \\ &= 0.14 \end{aligned}$$

$$\text{Nilai } z_2 = \frac{130-z}{130-10}$$

$$0.14 = \frac{130-z}{120}$$

$$16.8 = 130 - z$$

$$z_2 = 113,2$$

3.2.3 Defuzzyfikasi

Langkah terakhir dalam proses ini adalah defuzzifikasi atau disebut juga tahap penegasan, yaitu untuk mengubah himpunan fuzzy menjadi bilangan riil. Input dari proses penegasan ini adalah suatu himpunan fuzzy yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan fuzzy, sedangkan output yang

dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan fuzzy tersebut. Defuzzifikasi yang digunakan dalam menentukan jumlah produksi pada kasus ini adalah dengan Metode Centroid. Berikut adalah

perhitungan defuzzifikasi dengan Metode Centroid :

$$\begin{aligned} 0; z \leq 130 \\ 10 \leq z \leq 130 \\ 1; z \geq 130 \end{aligned}$$

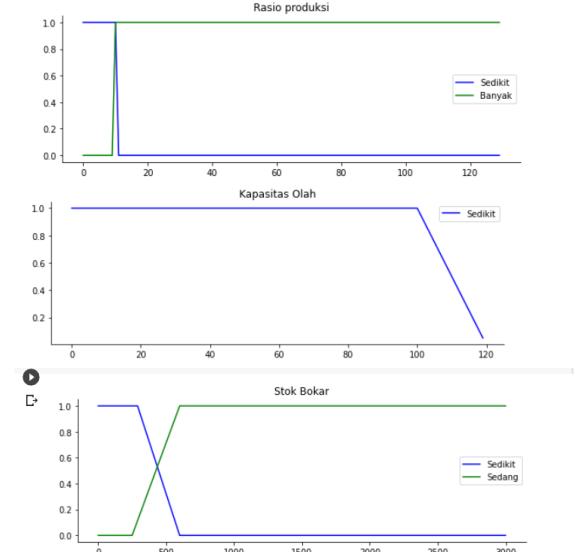
$$\begin{aligned} Z^* &= \frac{\sum_i^n \alpha_i - \text{predikat}_i * z_i}{\sum_i^n \alpha_i - \text{predikat}_i} \\ &= \frac{(0.15 * 112) + (0.14 * 113.2)}{(0.15 + 0.14)} \end{aligned}$$

$$Z^* = \frac{17.1 + 16.5}{0.29}$$

$$Z^* = \frac{33.3}{0.99}$$

$$Z^* = 11.2$$

Tabel Studi Kasus



Hasil Studi Kasus :

```
# rules implikasi
apred1 = np.fmin(in1[0], in2[0])
# print yang diambil kecilnya
print("nilai apred1 = ", apred1)

z1 = 130 - (120* apred1)

apred2 = np.fmin(in1[1], in2[0])
# print yang diambil kecilnya
print("nilai apred2 = ", apred2)
z2 = 130 - (120* apred2)

print("Total semua z1 : ", z1)
print("Total semua z2 : ", z2)
## Defuzzification
zTotal = (apred1*z1 + apred2*z2 )/ (apred1 + apred2)

print ("total Defuzzyifikasi : ", zTotal)

nilai apred1 = 0.15
nilai apred2 = 0.14285714285714285
Total semua z1 : 112.0
Total semua z2 : 112.85714285714286
total Defuzzyifikasi : 112.41811846689896
```

4. Hasil

5. Kesimpulan dan Saran

Bab ini memuat elaborasi dan rincian kesimpulan yang dituliskan pada abstrak, saran untuk riset lanjutan.

Daftar Pustaka:

- Budiman, A. F. S. 1992. Kecermatan Kerja dalam Pengolahan SIR. Kursus Jaminan Mutu Terpadu Karet Indonesia. Gapindo Cabang Sumatera Selatan. Palembang 15-18 September 1992.*
- Abidah S., Analisis Komparasi Metode Tsukamoto dan Sugeno dalam Prediksi Jumlah Siswa Baru, Jurnal Bianglala Informatika Volume 4 No 1, 2016.*
- Honggokusumo, S., B. Handoko dan A. Anwar. 1995. Effect of maturation and predrying on the cure rate produced from cup lump and processability of SIR 20 grade. Workshop on crumb rubber semi industrial trials. Sembawa 30 August 1995.*
- Santosa, A. M., dan A. Anwar. 1995. Effect of mechanical parameters in the crumb pilot plant on crumb rubber quality. Workshop on crumb rubber semi industrial trials. Sembawa 30 August 1995.*
- Suwardin, D. 1990. Kajian teknik pengolahan dan mutu karet remah. Buletin Perkebunan Rakyat 6(1) : 32-38.*
- Suwardin, D., I. Jamaran, A. Basith dan A. F. S. Budiman. 1995. Optimasi Pengendalian Mutu Produksi Karet Remah SIR 20 dengan Teknik Program Sasaran. Jurnal Penelitian Karet, 13(2): 178-194.*
- Suwardin, D., A. Anwar dan C. Nancy. 1997. Pengaruh jenis bokar dan tahapan proses terhadap mutu karet remah. Jurnal Penelitian Karet 15(2): 57-75.*