



# SEMINAR NASIONAL SAINS MIPA DAN APLIKASINYA

Bandar Lampung, 16 - 17 November 2009



Tema :

**"Pemberdayaan Sains MIPA  
Dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam"**

## PROCEEDING

ISSN: 2086-2342



FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS LAMPUNG  
[Http://www.unila.ac.id/~mipa/](http://www.unila.ac.id/~mipa/), E-mail : [seminar-smap@unila.ac.id](mailto:seminar-smap@unila.ac.id)





**PROSIDING  
SEMINAR NASIONAL SAINS MIPA DAN APLIKASINYA 2009  
(SN SMAP 09)**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
DESEMBER 2009**

---

# Prosiding Seminar Nasional Sains MIPA dan Aplikasinya Tahun 2009 FMIPA Universitas Lampung

## TEAM PENYUNTING :

Mulyono, Ph.D.  
Sutopo Hadi, Ph.D.  
Dr. Warsito, DEA.  
Bambang Irawan, M.Sc.  
Amanto, M.Si.

## PENERBIT

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung

## ALAMAT REDAKSI

Gedung Dekanat Lantai 4  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung  
Jl. S. Brodjonegoro No. 1, Bandar Lampung 35145  
Telp./Fax: +62-721-704625;  
<http://fmipa.unila.ac.id/>  
E-mail: [seminar-smap@unila.ac.id](mailto:seminar-smap@unila.ac.id)

Prosiding Seminar Nasional  
Sains MIPA dan Aplikasinya FMIPA UNILA:  
penyunting, Mulyono [*et al.*]  
Desember 2009 / — Bandar Lampung  
xv + 988 hlm.; 21 x 29,7 cm

**ISSN 2086-2342**  
(Terbit satu kali setahun)



## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokatuhu.

Alhamdulillah dengan perkenan-Nya lah, maka Prosiding Seminar Nasional Sains MIPA dan Aplikasinya tahun 2009 (SN SMAP 09) 16 – 17 November 2009 dengan tema : "Pemberdayaan Sains MIPA dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam", telah dapat kami selesaikan. Kegiatan seminar ini merupakan salah satu rangkaian kegiatan dalam rangka Dies Natalis FMIPA UNILA, yang diagendakan dilakukan secara rutin tahunan.

Segenap panitia mengucapkan terima kasih kepada Rektor UNILA Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng P Harianto, M.S. dan Dekan Fakultas MIPA Bapak Dr. Sutyarso, M.Biomed. yang telah memfasilitasi berlangsungnya kegiatan ini. Demikian pula kepada para *Keynote Speakers* : Wagub Provinsi Lampung, Bapak Ir. MS. Joko Umar Said, M.M; Sekretaris DPT Dirjen DIKTI, Bapak Prof. Nizam, Ph.D., Bapak Prof. Dr. Bambang Setiaji dari Universitas Gajah Mada; dan Bapak Prof. Dr. John Hendri dari FMIPA Universitas Lampung, yang telah berkenan memberikan materi pada kegiatan ini.

Kami juga menyampaikan penghargaan dan terima kasih atas apresiasi rekan-rekan akademisi maupun peneliti untuk berkenan mempresentasikan hasil penelitiannya dalam kegiatan Seminar Nasional ini. Seminar ini diikuti oleh berbagai kelompok Sains MIPA dan aplikasinya dalam kategori bidang ilmu Matematika, Fisika, Biologi dan Kimia. Jumlah makalah yang dipresentasikan dalam kegiatan ini sebanyak 116 makalah dan yang masuk dalam prosiding ini adalah sebanyak 121 makalah.

Akhir kata, kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung penyusunan prosiding kegiatan seminar ini. Kami juga memohon maaf apabila ada hal-hal yang kurang berkenan selama pelaksanaan kegiatan seminar, ataupun dalam penyusunan prosiding seminar ini. Akhir kata mari kita bersama meningkatkan daya saing bangsa melalui karya nyata dalam bidang Sains MIPA dan Aplikasinya.

Wassalamu'alaikum wa Rohmatullahi wa Barokatuhu.

Ketua Tim Penyunting

Mulyono, Ph.D.

(This page is leaved blank)



## DAFTAR ISI

	halaman
<b>Kelompok Matematika</b>	
CALCULATION EQUILIBRIUM CHEMICAL COMPOSITION USING MATHCAD AND SAS PROGRAMS Agus Haryanto, Sushil Adhikari, Sugeng Triyono	1 – 6
STUDI PENGEMBANGAN PROGRAM APLIKASI BERBASIS WEB UNTUK ANALISIS KOMPONEN GELOMBANG PASANG SURUT MENGGUNAKAN PHP SCRIPTS Ahmad Zakaria	7 –12
THE USAGE RECURSIVE MODIFIED GAUSSIAN FILTERING (RMGF) TO REDUCE THE NOISE OF A DIGITAL IMAGE Akmal Junaidi, Destario Fidrian, and Rangga Firdaus	13 –18
APLIKASI ANALISIS REGRESI DALAM PENENTUAN WAKTU PRODUKSI OPTIMUM PADA USAHA PEMBIBITAN IKAN JAMBAL SIAM (PANGASIU SUTCHI) SKALA RUMAH TANGGA Angga Lesvian	19 –34
SOLVING SUDOKU USING TRACKING GUESS KEGE BUN SHIN Bima Harian Putra, Wamiliana, and Dian Kurniasari	35 –44
PENGUKURAN QOS JARINGAN KOMPUTER LOCAL AREA NETWORK (LAN) DAN WIRELESS LOCAL AREA NETWORKS (WLAN). STUDI KASUS: JARINGAN INTRANET KAMPUS UNIVERSITAS LAMPUNG Helmy Fitriawan	45 –48
UJI SCENIC BEAUTY ESTIMATION TERHADAP KONFIGURASI TEGAKAN-TEGAKAN VEGETASI DI KEBUN RAYA BOGOR Imawan Wahyu Hidayat	49 –54
KARAKTERISTIK HIDRO-METEOROLOGI DAS-DAS DI WILAYAH JEMBER-LUMAJANG: APLIKASI STATISTIK UNTUK ANALISA RENTANG WAKTU DATA Indarto, Sri Wahyuningsih, Ishak Affandi	55 –66
PERIODA GAMBAR KUCING ARNOLD, SEBUAH URAIAN SECARA ELEMENTER Loeky Haryanto	67 –72
ANALISIS LONGSOR MENGGUNAKAN SOFTWARE BERDASARKAN DATA IMPIRIS Machudor Y.M. dan Suharno	73 –80
COLOCATION PATTERN MINING USING SEGMENTATION AND FUZZY AR Martinus	81 –88
SATTERTHWAITE APPROXTIMATION PADA ANALISIS UNBALANCED RANDOM MODEL PADA RANCANGAN TERSARANG Mustofa Usman	89 –94
AUDIENCE RESPONSE SYSTEM SEBAGAI ALTERNATIF MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF DI UNIVERSITAS Nur Laili	95 –98

PERBAIKAN DAN EVALUASI KINERJA ALGORITMA PIXEL VALUE DIFFERENCING (PVD) Rojali, Sugi Guritman, Heru T. Natalisa	99 –110
OPTIMALISASI PENGGUNAAN TRAKTOR TANGAN PADA KEGIATAN PENGOLAHAN TANAH DI METRO Sandi Asmara dan Warji	111 –126
KESTABILAN SOLUSI KESETIMBANGAN MODEL PENYEBARAN PENYAKIT TUBERCULOSIS TANPA VAKSINASI Siti Romlah Febriani, Amanto, Aang Nuryaman	127 –134
GEOMETRI ANALITIK JARAK, SUDUT DAN DURASI LINTASAN MATAHARI DAN BULAN TERHADAP BUMI SEBAGAI DASAR KEBIJAKAN UNTUK MENENTUKAN TANGGAL SATU HIJRIYAH Tiryono Ruby	135 –140
ENCODE DAN DECODE TREE MENGGUNAKAN KODE PRUFER DAN KODE BLOB Wahyu Emir Zayadi and Wamiliana	141 –148
TEORI PELUANG PEMODELAN DAN APLIKASINYA PADA FENOMENA ALAM Mustofa Usman	149 –156
MOMENT PROPERTIES OF THE GENERALIZED GAMMA DISTRIBUTION Warsono	157 –162
PENENTUAN SOLUSI PERIODIK PERSAMAAN <i>NERVE-IMPULSES</i> DENGAN MENGGUNAKAN <i>SHOOTING METHOD</i> Aang Nuryaman	153 –168
KONSTRUKSI RING DERET PANGKAT TERITLAK MIRING Ahmad Faisol	169 –176
MENINGKONSTRUKSI <i>TREE</i> DENGAN MENGGUNAKAN KODE DANDELION Suci Nur Amalia dan Akmal Junaidi	177 –184
PEMANFAATAN TEKNOLOGI AUGMENTED REALITY UNTUK MEDIA PEMBELAJARAN MANASIK Ossy Dwi Endah Wulansari	185 –194
ANALISIS KINERJA GENETIC ALGORITHM PADA JOB SHOP SCHEDULING Admi Syarif, Tiryono Ruby dan Adi Saputra <sup>1</sup>	195 –202
<b>Kelompok Fisika</b>	
MENGUNGKAP ISI AL-QUR'AN: TANTANGAN BARU BAGI ILMUWAN MIPA A. Abdurrochman	203 –212
SISTEM MONITORING PEMBANGKIT LISTRIK HIBRIT SEL SURYA, TURBIN ANGIN, FUEL CELL BERBASIS HIDROGEN Achiar Oemry, Imam Djunaedi	213 –218
PENGARUH SUHU <i>SINTERING</i> TERHADAP PEMBENTUKAN GUGUS BOROSILOKSAN (B-O-Si) BAHAN KERAMIK BOROSILIKAT BERBASIS SILIKA SEKAM PADI Agus Riyanto, One Meus Ginting, dan Simon Sembiring	219 –224



TIME-LAPSE MICROGRAVITY UNTUK MONITORING DEFISIT MASSA RESERVOIR PANAS BUMI KAMOJANG Ahmad Zaenudin	225 –234
SIMULASI PERAMBATAN GELOMBANG TSUNAMI AKIBAT MELETUSNYA GUNUNG ANAK KRAKATAU Ahmad Zakaria	235 –246
PEMODELAN KEDEPAN CSAMT UNTUK OPTIMALISASI AKUSISI DATA CSAMT Asep Harja	247 –256
DESAIN ROBOT MANIPULATOR DAN PENGENDALIAN PROPOTIONAL INTEGRAL DERIVATIF UNTUK SATU JOIN Dessy Novita, Fandi krismanto	257 –270
METODA ARTIFICIAL INTELLIGENT DEEPT FIRST SEARCH Dessy Novita, Tuti Aryati D., Irfan Fauzan Rahman	271 –280
EFEK SINTERING TERHADAP MIKROSTRUKTUR DAN KARAKTERISTIK SIFAT LISTRIK KERAMIK ZINC OXIDE (ZNO) Dwi Asmi	281 –288
PEMBENTUKAN OPERATOR HAMILTONIAN BAGI PERDAGANGAN SEKURITAS Dwi Satya Palupi	289 –292
DEGRADASI SINYAL GPS SAAT AKTIVITAS MATAHARI MINIMUM. Effendy	181 –186
SISTEM INFORMASI DEGRADASI SATELITE GPS UNTUK DETEKSI GANGGUAN NAVIGASI DAN KOMUNIKASI SATELIT Effendy, Slamet Supriadi	295 –304
PREPARASI ALLOY MAGNETIK SM-CO MELALUI TEKNIK ARC MELTING FURNANCE Erfan Handoko dan Azwar Manaf	305 –314
DESAIN DAN PENGUJIAN FLOWMETER ULTRASONIC UNTUK PENGUKURAN PADA SALURAN TERBUKA Harris Pirngadi dan Indarto	315 –320
DEPOSISI LAPISAN TIPIS TITANIA (TIO <sub>2</sub> ) DI ATAS SUBSTRAT GELAS DENGAN METODE GEL-SOL TEKNIK SPRAY-COATING Heri Sutanto, Eko Hidayanto, Adi Condro, dan Zakiyah Rahmawati	321 –334
SIFAT LISTRIK PERSAMBUNGAN METAL-SEMIKONDUKTOR-METAL PADA SEMIKONDUKTOR GAN DENGAN VARIASI TEMPERATUR ANIL DAN LUASAN KONTAK Heri Sutanto, Iis Nurhasanah, Tri Windarti, Ahmad Taufani, Luluk Lailatul Badriyah, dan Wahyu Ambikawati	335 –340
SISTEM PEMANTAUAN AKTIVITAS MANUSIA MENGGUNAKAN AKSELEROMETER BERBASIS SD CARD DAN MIKROKONTROLER AVR Idha Rakhmawati	341 –348
GEOMETRI BINTANG BEROTASI PADA KEADAAN KRITIS Iwan Setiawan dan Muhammad Farchani Rosyid	349 –356
PENGARUH SUHU KALSINASI TERHADAP KARAKTERISTIK HIDROKSIA-PATIT YANG TERBUAT DARI CANGKANG TELUR Kiagus Dahlan, Fifia Zulti dan Yessie Widya Sari	357 –368

PERANCANGAN SISTEM KUNCI PINTU ELEKTRONIK MENGGUNAKAN RFID DAN BLUETOOTH EB500 Martarizal dan Mardhin Pasla	369 –374
PEMODELAN 3D DATA ANOMALI GAYABERAT UNTUK MENENTUKAN STRUKTUR GEOLOGI LAPANGAN PANASBUMI ULUBELU TANGGAMUS LAMPUNG Nandi Haerudin dan Muh Sarkowi	375 –380
PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA SELEKTIF ION SULFIDA Nurlaela Rauf	381 –388
KARAKTERISTIK FUNGSIONALITAS BOROSILIKAT BERBASIS SEKAM PADI AKIBAT PENGARUH KALSINASI One Meus Ginting S, Agus Riyanto, Simon Sembiring	389–394
KOEFISIEN ABSORBSI GELOMBANG MIKRO MATERIAL KERAMIK MAGNETIK NANOKRISTAL BARIUM HEXAFERRITE Priyono	395–400
PENDETEKSIAN LANGSUNG KEBERADAAN HIDROKARBON MENGGUNAKAN METODE MICROSEISMIC Rian Amukti, Sarkowi dan Suharno	401 –406
SYNTHESIS AND CHARACTERISATION OF CORDIERITE (MG <sub>2</sub> AL <sub>4</sub> SI <sub>5</sub> O <sub>18</sub> ) CERAMICS BASED ON THE RICE HUSK SILICA Simon Sembiring and Posman Manurung	407 –416
APLIKASI METODE GEOSTATISTIK: IDW (INVERSE DISTANCE WEIGHED) DAN GIS UNTUK PEMETAAN HUJAN TAHUNAN DI JAWA TIMUR Sri Wahyuningsih, Indarto, Marta Adi Kirana	417 –424
PEMBUATAN PARTIKEL NANO DENGAN KOMBINASI BALL-MILLING DAN ULTRASONIC-MILLING Tomi Budi Waluyo, Suryadi, dan Nurul Taufiqu Rochman	425 –428
STUDI AWAL KERJA IC GPS HOLUX- GR-86 RECEIVER MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535 Kusnahadi Susanto, Sri Suryaningsih, Trisna Kurniawan.	429 –442
APLIKASI ANN UNTUK MEMPREDIKSI NILAI KONDUKTIVITAS PANAS MULSA LIMBAH PADAT ORGANIK Warji	443 –448
ANALISIS PEMANFAATAN MIKROKONTROLER AT89C51 SEBAGAI PEMROSES SISTEM PENCAHAH PUTARAN OBJEK BERPUTAR Warsito	449 –452
APLIKASI DINAMIKA NON-LINEAR UNTUK MEMPREDIKSI KEJANG PADA PENYAKIT EPILEPSI Wira B. Nurdin, Abdullah Bualkar	453 –462
IDENTIFIKASI PENYEBARAN RESERVOAR GAS MENGGUNAKAN ANALISIS AVO DAN INVERSI SEISMIC METODE BANDLIMITED, VLOCKY, DAN SPARSE SPIKE PADA LAPANGAN WIAR SUMATERA SELATAN Bagus Sapto Mulyatno	463 –470
ANALISIS PERSAMAAN MAGNITUDO LOKAL BANDAR LAMPUNG BERDASARKAN DATA GEMPABUMI KEMILING TAHUN 2006 Heriyansyah, Suharno, Bagus Sapto Mulyatno	471 –478



PENENTUAN KEBERADAAN BATUBARA BERDASARKAN METODE TAHANAN JENIS DENGAN ANALISIS LITOLOGI DI DAERAH SAMBOJA KUTAI KERTANEGARA KALIMANTAN TIMUR Karyanto	479 –490
<b>Kelompok Biologi</b>	
KUALITAS PERAIRAN WADUK BATU TEGI LAMPUNG Achmad Nugraha	491 –496
PENGARUH KOMPETISI INTERSPESIFIK TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP IKAN SEPAT (TRICHOGASTER PECTORALIS REGAN) DAN IKAN NILA (OREOCHROMIS NILOTICUS L.) Ali Suhendra dan Achmad Nugraha	497 –502
FISIOLOGI ORGAN PENGLIHATAN IKAN KARANG BERDASARKAN JUMLAH DAN SUSUNAN SEL RESEPTOR Aristi Dian Purnama Fitri dan Asriyanto	503 –510
POTENSI AMILOLITIK ISOLAT BAKTERI DARI SALURAN PENCERNAAN AYAM KAMPUNG Christina Nugroho Ekowati, Sumardi, dan Irma Pratiwi	511 –518
KAJIAN KEANEKARAGAMAN HEWAN MANGSA HARIMAU SUMATERA DI TAMAN NASIONAL WAY KAMBAS BERDASARKAN JEBAKAN KAMERA Dora Yuliana Sari, Elly Lestari Rustiati, Sumianto	519 –524
BEBERAPA JENIS IKAN SEBAGAI BIOKONTROL TERHADAP LARVA NYAMUK AEDES AEGYPTI Emantis Rosa, G.Nugroho Susanto, Tugiono dan Suharno Zein	525 –532
UJI DAYA PREDASI MESOCYCLOPS ASPERICORNIS TERHADAP LARVA AEDES AEGYPTI DI LABORATORIUM Endah Setyaningrum, F.X. Soesilo dan Sri Murwani	533 –542
PEMBELAHAN SEL AKAR UMBI BAWANG (ALLIUM CEPA L.) DI BAWAH PENGARUH MEDAN MAGNET Eti Ernawati dan Rochmah Agustrina	543 –548
PENGARUH FREKUENSI PEMBERIAN PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN KELANGSUNGAN HIDUP LARVA LOBSTER AIR TAWAR (CHERAX QUADRICARINATUS) G. Nugroho Susanto dan Amar Makrup	549 –558
KEANEKARAGAMAN KUPU-KUPU NYMPHALIDAE DI HUTAN KONSERVASI KUPU-KUPU GUNUNG BETUNG LAMPUNG Herawati Soekardi	559 –564
POHON TEMPAT TIDUR SIAMANG (HYLOBATES SYNDACTYLUS) DAN SEBARANNYA DALAM TERITORI DI TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN Jani Master, M. Kanedi, Maya D. Prasetyaningrum	565 –570
PENGARUH PEMBERIAN DMSO SEBAGAI PELARUT BAHAN UJI PADA UJI AKTIVITAS ANTIPLASMODIUM INVIVO TERHADAP PERTUMBUHAN Plasmodium berghei PADA MENCIT Jhons Fatriyadi Suwandi	571 –574
PERTUMBUHAN DAN BIOMASSA LAMUN <i>Thalassia hemprichii</i> DI PERAIRAN PULAU BONE BATANG, KEPULAUAN SPERMONDE, SULAWESI SELATAN Karunia Alie	575 –582

ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI AMILOLITIK ANAEROB DARI LIMBAH TAPIOKA Kusuma Handayani dan Awik Tamoro	583 –588
Kandungan N, P dan K Daun Tanaman Ubikayu( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) Akibat Aplikasi Kalium (K) pada Waktu Tanam Berbeda M. Syamsuel Hadi and M. Kamal	589 –592
PEMETAAN DAN POTENSI EKONOMI TANAMAN OBAT DI DESA SUKA HARUM GUNUNG BETUNG Martha L. Lande, Rochmah Agustrina, Bambang Irawan	593 –604
FORMULASI PEMBUATAN TABLET HISAP BERBAHAN DASAR MIKROALGA SRIRULINA PLANTESIS SEBAGAI SUMBER ANTI OKSIDAN ALAMI Moch. Tri Setyo Utomo dan Adhita Sri Prabakusuma	605 –616
KAJIAN PENGGUNAAN BAHAN PENSTABIL DAN PENGAWET PADA PEMBUATAN SANTAN KENTAL Otik Nawansih dan Fibra Nurainy	617 –628
STUDI KEBERADAAN HARIMAU SUMATERA DI TAMAN NASIONAL WAY KAMBAS BERDASARKAN JEBAKAN KAMERA Prasastyo Griyan Ardhianto, Elly Lestari Rustiati, Sumianto	629 –634
PENGARUH PENYULUHAN GIZI BERBASIS SANITASI DAN HIGIENE TERHADAP STATUS KESEHATAN BALITA Reni Zuraida	635 –642
PENGARUH PENYULUHAN GIZI DAN PEMANFAATAN PEKARANGAN TERHADAP STATUS GIZI ANAK BALITA Reni Zuraida	643 –650
PERUBAHAN KIMIA DAN LAMA SIMPAN BUAH TOMAT ( <i>LYCOPERSICON ESCULENTUM</i> MILL.) DALAM PENYIMPANAN ATMOSFER TERMODIFIKASI Rofandi Hartanto Muhammad Rahmat Aminullah	651 –660
KAJIAN KERAGAMAN GENETIK JENIS-JENIS KERANG YANG DIGUNAKAN SEBAGAI OBAT TRADISIONAL MASYARAKAT KABUPATEN MUNA SULAWESI TENGGARA Sjafaraenan dan Muh. Ruslan Umar	661 –672
BIODIVERSITAS CACING TANAH BERDASARKAN TAKSONOMI, EKOLOGI FUNGSI, BIOGEOGRAFI, DAN KUALITAS CACINGNYA PADA BEBERAPA ALIHGUNA LAHAN DI SUMBERJAYA LAMPUNG BARAT Sri Murwani	673 –678
ISOLASI <i>BACILLUS</i> PENGHASIL SELULASE DARI SALURAN PENCERNAAN AYAM KAMPUNG Sumardi, Christina Nugroho Ekowati, dan Dwi Haryani	679 –684
EFEK SITOTOKSIK EKSTRAK METANOL DAN KLOOROFORM UMBI RUMPUT TEKI ( <i>Cyperus rotundus</i> L.) TERHADAP SEL VERO Susianti	685 –692
PENGARUH EKSTRAK KLOOROFORM UMBI RUMPUT TEKI ( <i>Cyperus rotundus</i> L.) TERHADAP EKSPRESI PROTEIN BCL-2 PADA SEL HELA Susianti	693 –702
PENGARUH PEMBERIAN TEPUNG KEDELAI KAYA ISOFLAVON TERHADAP KADAR PEROKSIDA LIPID HATI DAN GINJAL TIKUS Sussi Astuti dan Fibra Nuraini	703 –708



EFEKTIFITAS PENEGAKAN DIAGNOSIS MALARIA DENGAN MENGGUNAKAN METODE IMUNOKROMATOGRAFI Suwandi, J.F,Rudiyanto, W, Basuki, W, dan Wibowo. A	709 –714
PERUBAHAN HISTOLOGI INSANG IKAN NILA (OREOCHROMIS NILATICUS LINN) SEBAGAI BIOMARKER EFEKTIVITAS PENGOLAHAN AIR LIMBAH PABRIK GULA Tugiyono, Nuning Nurcahyani dan Ika Pujiyati	715 –726
PENGARUH INFUSA DAUN KEMANGI (Ocimum basilicum) TERHADAP KADAR GLUKOSA DARAH PUASA PADA MENCIT (Mus musculus) JANTAN GALUR SWISS WEBSTER YANG DIINDUKSI OLEH ALOKSAN Waluyo Rudiyanto, A. Saefudin, M. Aditya	727 –736
KERAGAMAN FUNGI DEKOMPOSER PADA TEMPAT PEMBUANGAN SAMPAH AKHIR (TPA) BAKUNG KECAMATAN TELUK BETUNG BARAT KOTA BANDAR LAMPUNG Wawan Abdullah Setiawan dan Bambang Irawan	737–744
UJI KEMAMPUAN JAMUR COLLETOTRICHUM CAPSICI SEBAGAI HERBISIDA ALAMI PADA GULMA TANAMAN JAGUNG (ZEA MAYS L.) Yulianty, Martha Lulus Lande	745 –750
EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN NIMBA (AZADIRACHTA INDICA JUSS.) SEBAGAI OVISIDA AEDES AEGYPTI LINN Zulkifli, Endah Setyaningrum, Emantis Rosa, Mei Linda Mardalena	751 –754
<b>Kelompok Kimia</b>	
ANALISIS CEMARAN CADMIUM (CD) PADA BIOINDIKATOR DAN BIOMARKER DITELUK LAMPUNG (ANALISIS RISIKO KESEHATAN MASYARAKAT) Agus Purnomo	755 –764
SIFAT FISIKOKIMIA DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK KELAPA MURNI (VCO) HASIL FERMENTASI RHIZOPUS ORIZAE Dede Sukandar, Sandra Hermanto, dan Eva Silvia	765 –772
MASA SIMPAN DENDENG GILING IKAN RUCAH DENGAN TEKNIK RE-STRUKTURISASI PADA SUHU KAMAR Dyah Koesoemawardani , Susilawati	773 –782
SCREENING METHODE TO OBTAIN POSITIVE CLONE ON SHOTGUN CLONING THERMOZYME XYLANASE FROM STREPTOMYCES COSTARICANUS 45I-3 Heri Satria, Anja Meryandini, and Etty Pratiwi	783 –792
ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA GLUCOMANNAN DALAM TANAMAN UMBI SINGKONG, WALUR, DAN GADUNG INDIGINOUS INDONESIA MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI Husniati, Anastasia Fitria Devi, Medikasari, M. Hanafi	793 –798
ISOLAT BAKTERI POTENSIAL DARI TANAH PERTANIAN UNTUK BIOREMEDIASI RESIDU HERBISIDA BERBAHAN AKTIF DIURON (N-(3,4-diklorofenil)- N,N-dimetilurea) Mardayana, Yandri AS, dan Mulyono	799 –804
SINTESIS, KARAKTERISASI DAN UJI UJI INTERAKSI SENYAWA KOMPLEKS cis-[Co(en)2(CN)2] DENGAN GAS NO2 Mita Rilyanti , Zipora Sembiring, Ilim dan Witanti Apriani	805 –814

PENGARUH GLUKOSA DAN SUSU SKIM TERHADAP KARAKTERISTIK MINUMAN FERMENTASIDARI SARI BUAH SIRSAK Marniza Dan Samsul Rizal	815 –824
PENGARUH PELARUT ORGANIK TERHADAP STABILITAS ENZIM LIPASE DARI BAKTERI LOKAL Nurhasanah dan Aspita Laila	825 –834
PENGGUNAAN BIOMASSA DAUN LAMUN THALASSIA HEMPRICHII YANG TERDAPAT DI PULAU BARRANG LOMPO SEBAGAI BIOSORBEN ION NI(II) DAN CO(II) Nursiah La Nafie, Paulina Taba, Yayu A. La Nafie, Asmanidar Quraisy, Deasy Natalia	835 –842
ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA STEROID DARI EKSTRAK ETANOL BATANG DAN DAUN TANAMAN TAPAK DARA ( CATHARANTUS ROSEUS (L.) G. DON) Nurul Utami; Vertika Anggarsari; Reni Murtini	843 –856
REAKTOR BIOGAS SAMPAH ORGANIK UNTUK MENGHASILKAN GAS METAN(CH <sub>4</sub> ) P.L. Gareso, S. Dewang, S.P. Paembonan dan Abd. Wahid Wahab	857 –862
ISOLASI MIKROBA DARI PERTAMBANGAN EMAS UNTUK BIOREMEDIASI POLUTAN MERKURI (HG) Mulyono,Ruliyanti Dian Lestari, , dan Tugiyono.	863 –870
BIOSORPSI ION Ni(II) DAN Cr(VI) OLEH AMPAS SAGU Paulina Taba, Nursiah La Nafie, St. Fauziah, Mildayati, Maryam	871 - 880
PENGARUH KONSENTRASI CMC (CARBOXY METHY LCELLULOSE) TERHADAP STABILITAS DAN KARAKTERISTK YOGHURT SUSU TURI SELAMA PENYIMPANAN DINGIN Samsul Rizal	881 –888
DUA SENYAWA TRITERPENOID DARI TUMBUHAN PALIASA (KLEINHOVIA HOSPITA L.) FAMILI STERCULIACEAE Soekamto, N. H, Alfian N, Iwan D, Hasriani, A, Ruhma, dan Agustono	889 –894
KARAKTERISTIK MUINUMAN SINBIOTIKDARI EKSTRAK DAUN CINCAU HIJAU (PREMNA OBLONGIFOLIA MERR.)DENGAN KONSENTRASI SUKROSA DAN SUSU SKIM YANG BERBEDA Suharyono, Samsul Rizal Dan Fibra Nurainy	895 –904
STUDY ON ANALYSIS CA AND MG USING CURCUMIN FROM CURCUMA (CURCUMA DOMESTICA VAL.) WITH UV-VIS SPECTROPHOTOMETRY Supriyanto, Heri Satria, Diky Hidayat, Dian Septiyana	905 –912
KAJIAN SIFAT MIKROBIOLOGI DAN KIMIAWI RUSIP DENGAN PENAMBAHAN KULTUR CAIR BAKTERI ASAM LAKTAT SELAMA FERMENTASI STUDY OF MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL PROPERTIES IN RUSIP BY LACTIC ACID BACTERIA LIQUID STARTER DURING FERMENTATION Susilawati, Koesoemawardani	913 –924
DUA SENYAWA FENOLIK DARI ARTOCARPUS DADAH Tati Suhartati, Eka Perdana, dan Indarto	925 –928
PENGARUH PENAMBAHAN SORBITOL TERHADAP STABILITAS TERMAL ENZIM A-AMILASE DARI RHIZOPUS ORYZAE Yandri AS	929 –938



PEMBUATAN PLASTIK DARI CAMPURAN PATI TAPIOKA – POLIVINIL ALKOHOL DENGAN RADIASI SINAR GAMMA Sonny Widiarto, Indah Shofa Marwa dan R. Supriyanto	939–948
UJI PENDAHULUAN ESTERIFIKASI ASAM PALMITAT DENGAN KATALIS FE-SILIKA SEKAM PADI Kamisah D.Pandiangan, Ilim, Irwan Ginting Suka, Sonny Widiarto dan Wasinton Simanjuntak	949 –958
Studi Potensi Akar Wangi <i>Vetiveria zizanioides</i> L. Sebagai Pengolah Limbah Logam Berat Yuli Ambarwati	959 –964
IDENTIFIKASI SENYAWA TURUNAN FENOLIK HASIL ISOLASI DARI AKAR TUMBUHAN DATUAN ( <i>Ficus vasculosa</i> Wall. ex Miq) DAN UJI Antifeedant TERHADAP HAMAKUBIS-KUBISAN ( <i>Plutella xylostella</i> ) Syaiful Bahri, Nurhasanah dan Edi Waskito	965 –974
PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BAHAN KATALIS $Fe_{1-x}Ni_xO_3 \pm d$ Rudy Situmeang 1) , R Supriyanto, dan Sukmawibowo	975 –980
UJI AKTIFITAS SODIUM COCOAMPHO PROPIONAT (SCP) SEBAGAI INHIBITOR KOROSI KARBON DIOKSIDA DARI BAJA LUNAK MENGGUNAKAN METODA LINEAR POLARISASI Ilim dan Wasinton Simanjuntak	981 –988

---

## KESTABILAN SOLUSI KESETIMBANGAN MODEL PENYEBARAN PENYAKIT TUBERCULOSIS TANPA VAKSINASI

Siti Romlah Febriani<sup>1</sup>, Amanto<sup>1</sup>, Aang Nuryaman<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Lampung Bandar Lampung, Indonesia, 35135  
Email : siti\_starbright@yahoo.com

### ABSTRAK

*Tuberculosis* adalah penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium Tuberculosis*. Bakteri ini telah menginfeksi sepertiga penduduk dunia. Pada penelitian ini, dikaji tentang model dan dinamika penyebaran penyakit *Tuberculosis*. Model matematika yang dikaji dibatasi pada model penyebaran penyakit *Tuberculosis* tanpa vaksinasi. Dilanjutkan dengan pencarian titik kesetimbangan dan menganalisis kestabilannya. Selanjutnya akan ditentukan *basic reproductive number* ( $R_0$ ) untuk melihat faktor yang dapat dikontrol dan tidak dapat dikontrol dimana hal ini berpengaruh terhadap tingkat endemisitas. Simulasi numerik menggunakan data sekunder dengan parameter yang berbeda-beda ditampilkan sebagai ilustrasi.

**Kata kunci :** *Tuberculosis, Basic Reproductive Number, Kestabilan, Solusi Kesetimbangan, Dinamika Populasi*

### PENDAHULUAN

*Tuberculosis* (TBC) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh kuman *Mycobacterium Tuberculosis*. Bakteri ini merupakan bakteri basil yang sangat kuat sehingga memerlukan waktu lama untuk mengobati penyakit TBC. Bakteri ini biasanya menyerang paru-paru (90%), tetapi juga dapat menyerang bagian lain dari tubuh seperti ginjal, tulang, dan otak. Jika tidak ditangani dengan baik akan mengakibatkan kematian. TBC menyebar melalui udara dan ditularkan melalui batuk dan bersin. (<http://www.e-dukasi.net>, 5 September 2009)

Berdasarkan data dari WHO tahun 1993, didapatkan fakta bahwa sepertiga penduduk dunia telah diserang oleh penyakit TBC. Sekitar 8 juta orang di dunia terserang TBC per tahun dengan kematian 3 juta orang. Diperkirakan dalam tahun 2002-2020 akan ada 1 miliar manusia terinfeksi, sekitar 5-10 % berkembang menjadi penyakit dan 40% yang terkena penyakit TBC akan berakhir dengan kematian. (<http://www.e-dukasi.net>, 5 September 2009). Dengan penduduk lebih dari 200 juta orang, Indonesia menempati urutan ketiga setelah India dan Cina dalam hal jumlah penderita di antara 22 negara dengan masalah TBC terbesar di dunia. Di Indonesia, TBC menjadi penyebab kematian utama setelah penyakit jantung dan saluran pernafasan. (<http://www.medicastore.com> 5 September 2009).

Jumlah penderita TBC paru dari tahun ke tahun di Indonesia terus meningkat. Saat ini setiap menit muncul satu penderita baru TBC paru, dan setiap dua menit muncul satu penderita baru TBC paru yang menular. Bahkan setiap empat menit sekali satu orang meninggal akibat TBC di Indonesia (<http://www.medicastore.com>, 5 September 2009).

Matematika, khususnya pemodelan matematika, telah banyak terbukti dalam membantu merumuskan fenomena penyebaran suatu penyakit. Dengan banyaknya kendala yang terdapat di lapangan, pemodelan matematika menjadi sangat penting untuk mensimulasikan berbagai skenario pengendalian epidemi suatu penyakit, memilih strategi untuk mencapai target optimum, serta memberikan pilihan alternatif yang realistis dalam mengendalikan penyebaran penyakit. Dalam hal ini, yang akan dibahas adalah studi kasus mengenai penyebaran penyakit TBC tanpa vaksinasi. *Basic reproductive number*,  $R_0$ , adalah rata-rata jumlah infeksi kedua yang disebabkan



oleh seorang penderita aktif selama masa hidup sebagai seorang penderita aktif. Kestabilan pada titik kesetimbangan dapat dianalisis menggunakan  $R_0$ . Titik kesetimbangan *disease-free* stabil asimtotik secara lokal jika  $R_0 < 1$  dan tidak stabil jika  $R_0 > 1$ . Dengan kata lain, ketika  $R_0 < 1$ , setiap penderita aktif akan menghasilkan kurang dari satu penderita TBC baru sehingga penyakit akan hilang dan ketika  $R_0 > 1$  setiap penderita aktif akan menghasilkan lebih dari satu penderita TBC baru dan menjadi epidemik (Diekmann *et al.*, 1990).

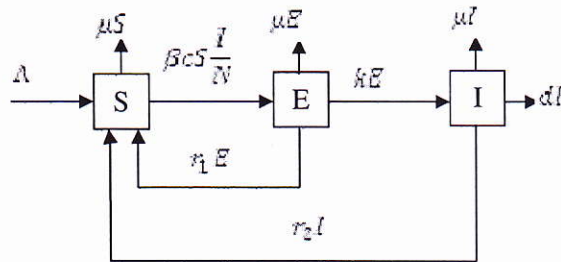
### METODE PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan asumsi pada model.
2. Menentukan parameter-parameter yang digunakan dalam model dan mendeskripsikan arti dari parameter-parameter tersebut.
3. Menentukan formulasi model matematika.
4. Menentukan semua titik kesetimbangan.
5. Menganalisis kestabilan titik-titik kesetimbangan tersebut.
6. Menentukan  $R_0$ .
7. Melakukan interpretasi kestabilan pada titik kesetimbangan dan  $R_0$ .
8. Simulasi dengan menggunakan *software Matlab 6.1* untuk melihat perilaku kestabilan titik kesetimbangan, kemudian dibandingkan dengan hasil yang diperoleh secara analitik.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

◀ **Proses Penyebaran Penyakit TBC.** Penyebaran penyakit TBC dapat dipelajari melalui skema berikut :



**Asumsi yang digunakan dalam model.** Asumsi-asumsi yang digunakan dalam model adalah :

1. Jumlah populasi konstan.
2. Seseorang yang sehat hanya akan terinfeksi TBC apabila terjadi kontak dengan penderita aktif.
3. Setiap individu sehat berkemungkinan terserang penyakit TBC.
4. Laju kematian alami dianggap sama dengan laju kematian karena terserang penyakit TBC.
5. Setiap individu yang lahir dan imigran yang datang pasti dalam keadaan sehat.

**Parameter dan Deskripsi Parameter.** Parameter-parameter yang digunakan dalam model adalah :

$\Lambda$  = Laju *Recruitment* per waktu

$c$  = Laju kontak per waktu

$\beta$  = Laju individu-individu sehat diinfeksi oleh satu penderita aktif per kontak per waktu

$\mu$  = Laju kematian alami per waktu

$k$  = Laju perpindahan penderita TBC laten menjadi penderita aktif per waktu

$d$  = Laju kematian yang disebabkan oleh penyakit TBC per waktu

$r_1$  = Laju perpindahan penderita TBC laten menjadi individu sehat per waktu

$r_2$  = Laju perpindahan penderita aktif menjadi individu sehat per waktu

**Formulasi Model Matematika.** Dengan mempelajari skema proses penyebaran penyakit TBC, diperoleh model matematika sebagai berikut :

$$\frac{dS}{dt} = \Lambda - \mu S - \beta c S \frac{I}{N} + r_1 E + r_2 I$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta c S \frac{I}{N} - \mu E - kE - r_1 E$$

$$\frac{dI}{dt} = kE - \mu I - dI - r_2 I$$

$$N = S + E + I, \text{ dengan } S \geq 0, E \geq 0, \text{ dan } I \geq 0.$$

**Titik Kesetimbangan *Disease-Free* dan Titik Kesetimbangan *Endemic*.** Sifat penyebaran penyakit dapat dipelajari melalui titik kesetimbangannya. Titik equilibrium diperoleh apabila

$$\frac{dS}{dt} = \frac{dE}{dt} = \frac{dI}{dt} = 0. \text{ Jelas bahwa, titik kesetimbangan } \textit{disease-free} \text{ pada saat } I = 0 \text{ dan } E = 0.$$

Jadi, titik kesetimbangan *disease-free* adalah  $(N_0, 0, 0)$ .

Tetapi, untuk titik kesetimbangan *endemic* untuk  $S, E,$  dan  $I$  diperoleh :

$$(S^*, E^*, I^*) = \left( \frac{\Lambda + r_1 E + r_2 I}{\left(\mu + \beta c \frac{I}{N}\right)}, \frac{\beta c S \frac{I}{N}}{(\mu + k + r_1)}, \frac{kE}{\mu + d + r_2} \right)$$

Tes untuk kestabilan pada masing-masing dua titik kesetimbangan, dimana kita uji sifat model populasi mendekati solusi kesetimbangan (titik kesetimbangan *disease-free* dan *endemic*), kita butuh melinearkan sistem pada persamaan awal dengan menggunakan matriks Jacobian. Untuk persamaan kasus ini, matriks Jacobiannya adalah :

$$J = \begin{bmatrix} -\mu - \beta c \frac{I}{N} & r_1 & r_2 \\ \beta c \frac{I}{N} & -(\mu + k + r_1) & 0 \\ 0 & k & -(\mu + d + r_2) \end{bmatrix}$$

Pada saat titik kesetimbangan *disease-free*  $(S, E, I) = (N_0, 0, 0)$ , matriks Jacobian menjadi :

$$J^0 = \begin{bmatrix} -\mu & r_1 & r_2 \\ 0 & -(\mu + k + r_1) & 0 \\ 0 & k & -(\mu + d + r_2) \end{bmatrix}$$

Dari matriks Jacobian di atas, diperoleh hasil bahwa seluruh nilai eigen bernilai negatif. Hal ini berimplikasi bahwa titik kesetimbangan *disease-free* bersifat stabil.

Untuk titik *endemic* equilibrium  $(S^*, E^*, I^*)$ , matriks Jacobian menjadi :

$$J^* = \begin{bmatrix} -\mu - \beta c \frac{I^*}{N} & r_1 & r_2 \\ \beta c \frac{I^*}{N} & -(\mu + k + r_1) & 0 \\ 0 & k & -(\mu + d + r_2) \end{bmatrix}$$



Persamaan karakteristik polynomial yang diperoleh berbentuk :

$$-\lambda^3 + a_1 \lambda^2 + a_2 \lambda + a_3 = 0$$

Nilai-nilai eigen pada persamaan polynomial di atas sulit diperoleh untuk menentukan kestabilan pada titik kesetimbangan *endemic* karena terlalu banyak parameter yang ada sehingga perhitungan menjadi kompleks. Sehingga kita menempuh langkah lain dengan menentukan  $R_0$ .

**Basic Reproductive Number ( $R_0$ )**. Dalam epidemiologi, kekuatan penyebaran suatu penyakit dapat diukur dengan suatu nilai yang disebut dengan *basic reproductive number* ( $R_0$ ). Selain itu,  $R_0$  dapat digunakan untuk menguji dua kestabilan titik equilibrium di atas, yaitu titik kesetimbangan *free-disease* dan titik kesetimbangan *endemic*.

Dengan menggunakan model di atas, diperoleh  $R_0$  sebagai berikut :

$$\begin{aligned} R_0 &= \left(\frac{\lambda}{\mu}\right) \left(\frac{\beta c \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)}{\mu + d + r_2}\right) \left(\frac{k}{\mu + k + r_1}\right) \\ &= \left(\frac{\beta c}{\mu + d + r_2}\right) \left(\frac{k}{\mu + k + r_1}\right) \end{aligned}$$

Dengan  $\left(\frac{1}{\mu + d + r_2}\right)$  adalah periode efektif menginfeksi.

$\left(\frac{\beta c}{\mu + d + r_2}\right)$  adalah laju penderita laten yang diproduksi oleh penderita aktif selama periode rata-rata menginfeksi.

$\left(\frac{k}{\mu + k + r_1}\right)$  adalah peluang kelangsungan hidup dari tingkat laten ke dalam tingkat aktif.

Jika  $R_0 < 1$ , titik kesetimbangan *disease-free* secara lokal stabil asimtotik. Dalam hal ini setiap penderita aktif hanya dapat menyebarkan penyakit kepada rata-rata kurang dari satu penderita baru, sehingga pada akhirnya penyakit akan hilang.

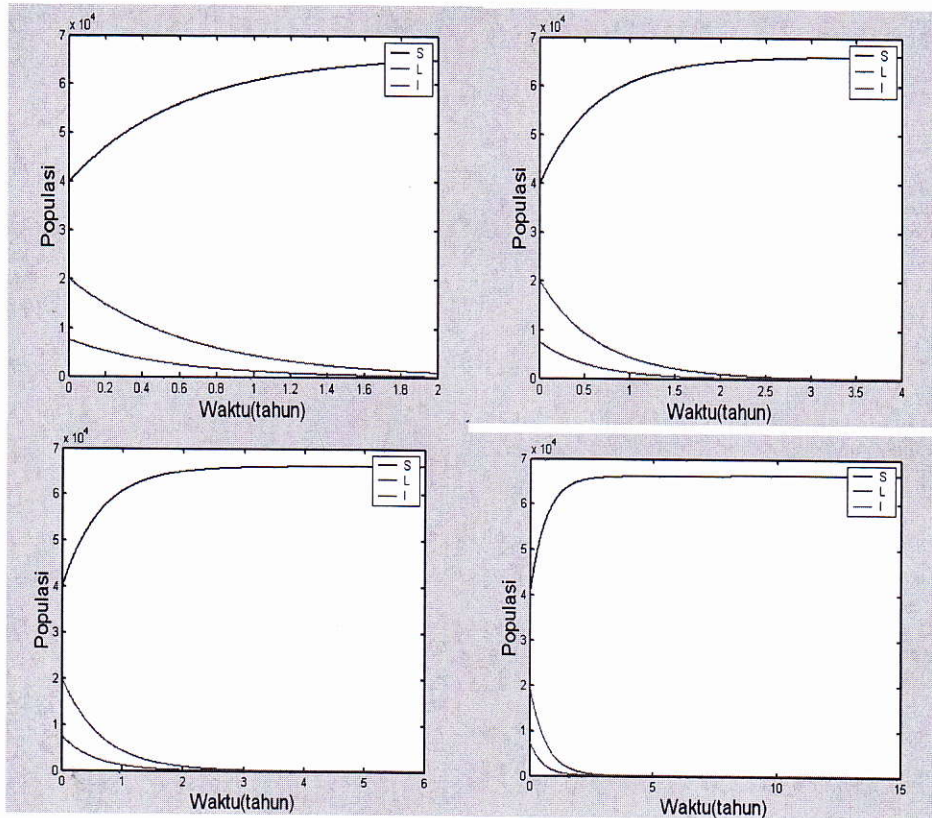
Jika  $R_0 > 1$ , titik kesetimbangan *disease-free* tidak stabil dan titik kesetimbangan *endemic* secara lokal stabil asimtotik. Dalam hal ini, maka setiap penderita aktif dapat menyebarkan penyakit kepada rata-rata lebih dari satu penderita baru, sehingga pada akhirnya akan terjadi epidemik.

Dari  $R_0$ , diketahui bahwa, agar nilai  $R_0 < 1$  maka nilai  $r_2$  harus diperbesar. Artinya, langkah pengobatan pada penderita TBC aktif harus ditingkatkan agar tidak terjadi epidemik.

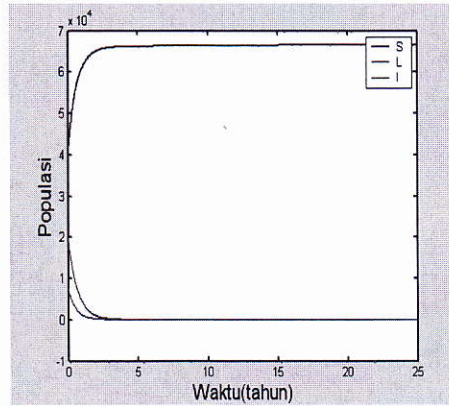
**Simulasi Numerik.** Berdasarkan data sekunder dari *Journal of Mathematics and Statistics 1 (III)* : 217-224, 2005 diperoleh data sebagai berikut :

No.	Parameter	Nilai
1	$\mu$	0,0222
2	$\Lambda$	1.500
3	$r_1$	$1/0.67$
4	$r_2$	$1/0.67$
5	$c$	0.00148
6	$\beta$	0.532
7	$d$	0.365
8	$k$	0.00396

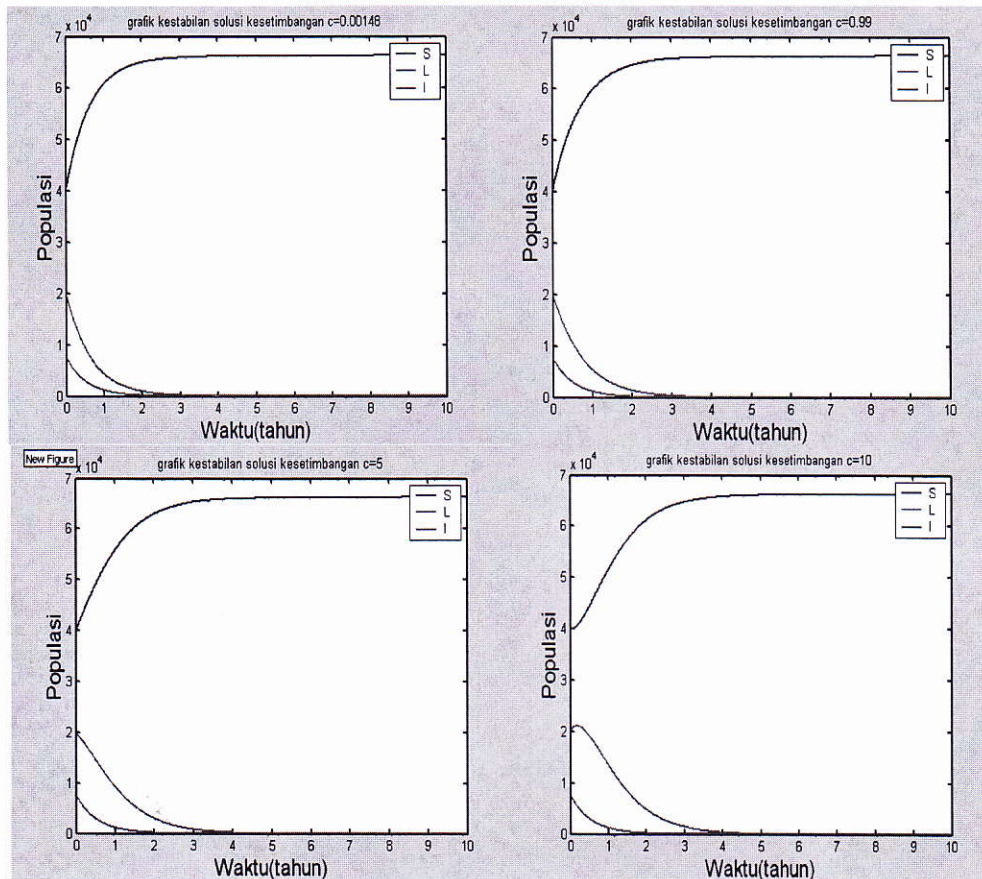
Dengan menggunakan software Matlab 6.1 dengan  $S = 40000$ ,  $L = 20000$  dan  $I = 7568$  diperoleh hasil sebagai berikut :







Dari grafik di atas, terlihat bahwa dalam jangka waktu 2 tahun, laju perubahan individu pada populasi tersebut menuju ke suatu nilai tertentu. Seiring berjalannya waktu, laju perubahan individu sehat mulai bergerak stabil dan menuju *carrying capacity*-nya, dengan diikuti penurunan jumlah individu *laten* dan penderita aktif.



Dari simulasi yang dilakukan, dengan mengubah parameter  $c$ , dapat disimpulkan bahwa suatu populasi memerlukan waktu yang lebih lama untuk menuju keadaan yang stabil.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini, diperoleh model penyebaran penyakit TBC sebagai berikut :

$$\frac{dS}{dt} = \Lambda - \mu S - \beta c S \frac{I}{N} + r_1 E + r_2 I$$

$$\frac{dE}{dt} = \beta c S \frac{I}{N} - \mu E - kE - r_1 E$$

$$\frac{dI}{dt} = kE - \mu I - dI - r_2 I$$

$N = S + E + I$ , dengan  $S \geq 0$ ,  $E \geq 0$ , dan  $I \geq 0$ .

Sifat penyebaran penyakit dapat dipelajari melalui titik kesetimbangannya. Dari model tersebut, diperoleh dua titik kesetimbangan,

yaitu titik kesetimbangan *disease-free* yaitu  $(N_0, 0, 0)$  dan titik kesetimbangan *endemic* yaitu:

$$(S^*, E^*, I^*) = \left( \frac{\Lambda + r_1 E + r_2 I}{\left(\mu + \beta c \frac{I}{N}\right)}, \frac{\beta c S \frac{I}{N}}{(\mu + k + r_1)}, \frac{kE}{\mu + d + r_2} \right)$$

Dari  $R_0$  yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa usaha penyembuhan pada penderita TBC aktif menjadi faktor penting dalam pengendalian penyebaran penyakit TBC sehingga perlu dilakukan pengawasan ketat pada proses pengobatan pada penderita TBC.



## DAFTAR PUSTAKA

- Anton, H. 1987. *Aljabar Linear Elementer*. Ed. Ke-5. Diterjemahkan oleh Pantur Silaban, Ph.D. dan Drs. I Nyoman Susilo, M.Sc. Erlangga, Jakarta.
- Anton, H. 2000. *Dasar-Dasar Aljabar Linear*. Ed. Ke-7. Diterjemahkan oleh Ir. Hari Suminto. Interaksa, Batam.
- Fheng, Z., Chavez, C.C., dan Huang, W. 1999. *On The Role of Variable Latent Periods in Mathematical Models for TB*. Institute for Mathematics and Its Applications, University of Minnesota.
- [http://www.e-dukasi.net/pengpop/pp\\_full.php?ppid=249](http://www.e-dukasi.net/pengpop/pp_full.php?ppid=249) diakses tanggal 05 September 2009
- [http://www.medicastore.com/tbc/tanya\\_seputar\\_tbc.htm#soal4](http://www.medicastore.com/tbc/tanya_seputar_tbc.htm#soal4) diakses tanggal 05 September 2009
- <http://www.medicastore.com/tbc/> diakses tanggal 05 September 2009
- Hidayat, A. 2008. Apa Itu Tuberkulosis (TBC)?. 05 September 2009. <http://arhidayat.staff.uui.ac.id/2008/08/18/apa-itu-tuberkulosis-tbc/>
- Koriko, O.K. dan Yusuf, T.T. 2008. *Mathematical Model to Simulate Tuberculosis Disease Population Dynamics*. American Journal of Applied Science 5. **IV**, 301-306.
- Olsder, G.J. 1994. *Mathematical Systems Theory*. Ed. Ke-1. Delftse Uitgevers Maatscappij, Delft.
- Piogama. 2009. Mengatasi TBC dengan Pengobatan yang Sesuai. 05 September 2009. <http://piogama.ugm.ac.id/index.php/2009/04/mengatasi-tbc-dengan-pengobatan-yang-sesuai/>.
- Ssematimba, A., Mugisha, J.Y.T, dan Luboobi, L.S. 2005. *Mathematical Models for the Dynamics of Tuberculosis in Density-dependent Populations : The Case of Internally Displaced Peoples' Camps (IDPCs) in Uganda*. Journal of Mathematics and Statistics 1 (**3**), 217-224.
- Suryadi, D., dan Machmudi, S.H. 1985. *Teori dan Soal Pendahuluan Aljabar Linear*. Ghalia Indonesia, Jakarta Timur.