

ISBN: 978-979-95093-5-2

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS II

*Peningkatan Peran Sains
dalam Pertanian dan Industri*



BOGOR, 14 NOVEMBER 2009

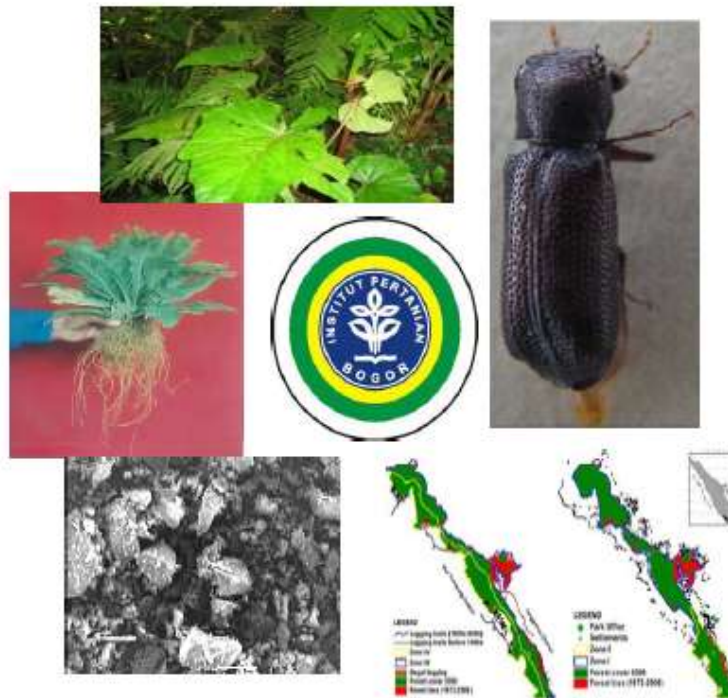
2009

ISBN: 978-979-95093-5-2

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL SAINS II

*Peningkatan Peran Sains dalam
Pertanian dan Industri*

BOGOR, 14 NOVEMBER 2009



Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Pertanian Bogor
Bogor

2009

Copyright© 2009
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Institut Pertanian Bogor (IPB)
Prosiding Seminar Nasional Sains: "*Peningkatan Peran Sains dalam Pertanian dan Industri*"
Bogor, 14 November 2009
FMIPA-IPB, Jalan Meranti Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680
Telp/Fax: 0251-8625481/8625708
<http://fmipa.ipb.ac.id>

ix + 553 halaman

ISBN: 978-979-95093-5-2

KATA PENGANTAR

Sektor pertanian dan sektor industri, khususnya industri yang menopang pertanian, merupakan tumpuan perekonomian Bangsa Indonesia. Efisiensi dan efektivitas merupakan dua hal yang harus diperhatikan dalam upaya meningkatkan produktivitas baik di sektor pertanian maupun industri. Kedua hal ini hanya mungkin dicapai secara signifikan bila berlandaskan sains dan teknologi yang tepat melalui pemahaman, pengembangan dan penerapannya yang disesuaikan dengan tuntutan dan tantangan zaman.

Banyak perguruan tinggi dan lembaga litbang departemen bahkan divisi litbang di perusahaan terus berupaya untuk meningkatkan produktivitas melalui penelitian dan pengembangan yang didasarkan pada pemanfaatan dan pengembangan sains dan teknologi. Seminar Nasional Sains II (2009) ini diharapkan menjadi sarana dan upaya untuk menjalin komunikasi antar pelaku dan institusi yang terlibat untuk mengoptimalkan pemanfaatan peran sains dalam pertanian maupun industri.

Seminar ini merupakan rangkaian dari kegiatan Pesta Sains 2009 yang diselenggarakan oleh FMIPA-IPB pada tanggal 13-15 November 2009. Selain acara seminar juga diselenggarakan kegiatan Workshop Penulisan Buku Ajar yang diikuti oleh guru-guru SMA dan dosen.

Sebanyak 60 makalah hasil penelitian dipresentasikan pada empat kelas paralel yaitu Biosains (1 & 2), Nanosains & Material, serta Penginderaan Jauh, Sensor & Pemodelan. Selain itu beberapa makalah juga ditampilkan pada sesi Poster. Makalah-makalah tersebut sebagian besar merupakan isi dari prosiding ini. Seminar dihadiri oleh peneliti dari balitbang-balitbang terkait dan dosen-dosen perguruan tinggi, mahasiswa pascasarjana serta guru-guru SMA.

Ucapan terima kasih disampaikan kepada FMIPA-IPB yang telah mendukung penuh kegiatan Seminar Nasional Sains II ini. Juga kepada Panitia Seminar dan mahasiswa dari tim Pesta Sains 2009, dan semua pihak yang telah mensukseskan acara seminar ini. Kami juga sangat berterima kasih kepada semua pemakalah atas kerjasamanya, sehingga memungkinkan prosiding ini terbit. Semoga prosiding ini bermanfaat bagi semua pihak.

Bogor, November 2009

Panitia Seminar Nasional Sains II

FMIPA-IPB Bogor

PANITIA SEMINAR NASIONAL SAINS II

Penanggung Jawab	: Dr. drh Hasim, DEA (Dekan FMIPA-IPB)
Ketua Pelaksana	: Dr. Kiagus Dahlan
Wakil Ketua Pelaksana	: Dr. Ir Ence Darmo J Supena
Sekretaris	: Dr. Ir Suryani
Bendahara	: Dr. Dyah Iswantini
Pubdok & Promosi	: Dr. Akhiruddin M (Koord.) Dr. Sri Nurdianti Faozan, M.Si Dr. Muhammad Nur Aidi
Acara & Persidangan	: Dr. Miftahuddin (Koordinator) Mersi Kurniati, M.Si
Makalah & Prosiding	: Ir. Indahwati, M.Si (Koordinator) Ir. AE Zainal Hasan, M.Si
Perlengkapan & Konsumsi	: Dr. Aris Tjahjoleksono (Koord.) Mansur Fitri Samsudin
Lokakarya Penulisan Buku Ajar	: Ali Kusnanto, M.Si (Koord.) Dr. Ir Sobri Effendy

DAFTAR ISI

No.	PENULIS	JUDUL	Hal
BIOSAINS			1
1	Mardi Santoso, M. Holil, S. Alfarisi	Pembuatan 4-Formil-2-Metoksifenil Isobutirat dari Daun Cengkeh	2
2	Christiani Tumilisar	Effect of Rodent Tuber Extract (<i>Typhonium Flagelliforme</i> (Lodd)BL.) on Cancer Cell Line Proliferation Inhibition	8
3	Samanhudi, Ahmad Yunus, Wangi Satutik	Pengaruh Macam Nutrisi dan Pemberian Ekstrak Buah Pisang terhadap Pertumbuhan Plantlet Anggrek <i>Dendrobium</i> Secara <i>In Vitro</i>	15
4	Lisdar I. Sudirman	Potensi Jamur Pelapuk Kayu Tropis dalam Menghasilkan Senyawa Antimikroba	26
5	It Jamilah, Anja Meryandini, Iman Rusmana, Antonius Suwanto, Nisa R Mubarik	Karakterisasi Protease dan Amilase <i>Bacillus</i> sp. DA 5.2.3 yang Diisolasi dari Tambak Udang	37
6	Dyah Iswantini, Gustini Syabirin dan Yusuf Affandi S	Daya Hambat Ekstrak Air dan Etanol Keladi Tikus (<i>Typhonium flagelliforme</i>) terhadap Enzim Tirosin Kinase Secara <i>In Vitro</i>	47
7	Dyah Iswantini, Gustini Syabirin dan Maya Puspitasari S	Inhibisi Ekstrak Air dan Etanol Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i> [Burm.f.] Nees) terhadap Aktivitas Enzim Tirosin Kinase secara <i>In Vitro</i>	59
8	Dyah Iswantini, Latifah K Darusman dan Dede Yulianto	Inhibisi Xantin Oksidase secara <i>In Vitro</i> oleh Ekstrak Rosela (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.) dan Herba Ciplukan (<i>Physalis angulata</i>)	73
9	Dyah Iswantini, Latifah K Darusman dan Chintya Galuh TW	Potensi Ekstrak Tempuyung (<i>Sonchus arvensis</i>) dan Meniran (<i>Phyllanthus niruri</i>) Sebagai Anti Asam Urat: Aktivitas Inhibisinya terhadap Xantin Oksidase	89
10	Anak Agung Istri Ratnadewi, Muh.Naqib, I Nyoman Adi Winata, Laode Muh. Dzuhri Abdullah	Hidrolisis <i>Oat-Spelt Xylan</i> oleh Enzim Xilanase serta Deteksi Xilooligosakarida Secara Kromatografi	103
11	Anak Agung Istri Ratnadewi, Muhammad Naqib, Nuri, Zora Olivia	Populasi <i>Bifidobacterium</i> spp. Akibat Suplementasi Roti Tawar Berprebiotik Xilooligosakarida pada Diet Tikus <i>Rattus norvegicus</i> Berkenhout strain WISTAR	113
12	Charlena, Abdu Haris, Karwati	Degradasi Hidrokarbon pada Tanah Tercemar Minyak Bumi dengan Isolat A10 dan D8	124
13	Lucy Arianie, Ahmad Mulyadi, Afghani Jayuska	Pengaruh Pemupukan Urea Termodifikasi Lignin Terhadap Pertumbuhan Sawi	137
14	Gunawan, Tatik Chikmawati, Miftahudin, Dwi Susilaningsih	Mikroalga dari Sumber Air Panas Ciater yang Berpotensi Sebagai Sumber Biodiesel	146

No.	PENULIS	JUDUL	Hal
15	Arinana, Yudi Rismayadi, Noor Farikhah Haneda	Karakterisasi Serangan Kumbang Bubuk Kayu Kering pada Kayu Konstruksi Rumah Tinggal	155
16	Abdul Rauf	Pengujian Rumput Tapak Liman (<i>Elephantopus scaber</i> L.) Sebagai Tanaman Penutup Tanah terhadap Beberapa Sifat Tanah Inceptisol dan Bibit Kelapa Sawit	161
17	Boedi Rachman dan Sata Yoshida Srie Rahayu	Pertumbuhan Kerang Mutiara Air Tawar (<i>Anodonta woodiana</i> , Lea) dengan Tipe Pemeliharaan yang Berbeda	167
NANOSAINS DAN MATERIAL			177
1	Muhammad Ali Zulfikar, Efni Novita	Penurunan Intensitas Warna Air Gambut Menggunakan Cangkang Telur	178
2	S.T. Wahyudi, J.Juansah, E.Mahrani	Karakterisasi Kekuatan Mekanik Membran Telur Ayam Kampung	185
3	Purwantiningsih Sugita, Suminar S. Achmadi, Yuyu Yundhana	Perilaku Disolusi Ketoprofen Tersalut Gel Kitosan-Karboksimetilselulosa (CMC)	192
4	Gerald E Timuda, Akhiruddin M, Imansyah	Pengaruh Waktu Pemaparan Gelombang Ultrasonik terhadap Komposisi Fase, Ukuran dan Parameter Kisi Kristal dari Nanopartikel TiO ₂ yang Disintesis Menggunakan Metode Sonokimia	202
5	Taofik Jasa Lesmana, Akhiruddin M, Imansyah	Pengaruh Konsentrasi Donor H ⁺ pada Polianilin Terhadap Sel Surya Hibrid ITO/CdS/Klorofil/PANI/ITO	210
6	H. Syafutra, Irzaman, H. Darmasetiawan, H. Hardhienata, F. Huriawati, M. Hikam, P. Arifin	Penumbuhan Film Tipis BST di atas Substrat Si (100) Tipe-p untuk Aplikasi Sensor Cahaya	216
7	Betty Marita Soebrata, Moh. Khotib, Maipa Diapati	Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Reaktif CIBACRON RED	225
8	Tetty Kemala, Emil Budianto, Bambang Soegiyono	Pembuatan dan Pencirian Polipaduan Poliasamlaktat dan Polikaprolakton Sebagai Bahan Dasar Mikrosfer	237
9	H. A.E. Zainal Hasan, I Made Artika, Vita Rosaline Fahri, Nurmala Sari	Penerapan Teknologi Nanopartikel untuk Sediaan Obat (Antibiotik Berbasis Bahan Alam, Propolis <i>Trigona spp.</i>)	247
10	Nur Aisyah Nuzulia, Akhiruddin Maddu, Kiagus Dahlan	Synthesizing and Characterization of Biphasic Calcium Phosphate Ceramic	257
11	Jajang Juansah, Mersi Kumiati, Kiagus Dahlan dan F. Jannah	Studi Membran Telur Ayam Melalui Pengukuran Listrik	265
12	Akhiruddin Maddu, Nendar Herdianto dan Imansyah	Studi Fotoelektrokimia Elektroda Nanokristal TiO ₂ untuk Aplikasi Fotovoltaik	275

No.	PENULIS	JUDUL	Hal
13	Fifia Zulti, Kiagus Dahlan, Purwantiningsih Sugita	Sintesis dan Karakterisasi Membran untuk Filtrasi Limbah	286
14	M. Kurniati, A.L Kencana, J. Juansah, A Maddu	Perlakuan Sonikasi Terhadap Kitosan: Viskositas dan Bobot Molekul Kitosan	293
PENGINDERAAN JAUH DAN SENSOR			302
1	Suyadi	Tropical Deforestation in Bukit Barisan Selatan National Park, Sumatra, Indonesia	303
2	M. Rahmat, Teguh P.N, H. Alatas, Irmansyah	Desain dan Fabrikasi Sensor <i>Real Time</i> berbasis Kristal Fotonik Satu Dimensi untuk Deteksi Konsentrasi Larutan Gula	318
3	Kris Sunarto	Kontribusi Survei dan Pemetaan terhadap Pembangunan Bidang Pertanian	328
4	Ucuk Darusalam, Retno W.P.	Piranti Optik Pengukur Kelimpahan Fitoplankton dengan Metoda Fluoresensi	337
5	Gunady Haryanto, Retno Wigajatri P.	Perancangan <i>Probe</i> Optik Berbasis Fluoresensi untuk Mengukur Konsentrasi Fitoplankton	350
6	Liliana Adia K, Akhirudin Maddu, Irmansyah	Pembuatan Sensor Serat Optik dengan <i>Cladding Dye Methyl Violet</i> untuk Mendeteksi Gas H ₂ S	356
7	Teguh P Negara, H Alatas	Sensor Optik Berbasis Kristal Fotonik Satu Dimensi dengan Sensitivitas Terkontrol	364
8	Jessi L Tambunan, Akhiruddin Maddu, Iriani Setyaningsih	Karakteristik Optik dan Elektronik Ekstrak Klorofil <i>Spirulina fusiformis</i>	375
9	Novita G. Pamungkas, Irzaman	Kajian Efisiensi Termal Heating Mantel untuk Penerapan Penyulingan Minyak Atsiri dari Bahan Serai Dapur	384
PEMODELAN			389
1	Rietje J.M Bokau, Wamiliana	Desain Model Matematika untuk Sistem Produksi Pakan Udang	390
2	Mohammad Masjkur	Perbandingan Metode Kuadrat Terkecil Linear dan Nonlinear Marquardt-Levenberg Pendugaan Model Jerapan Fosfor	400
3	Mohammad Masjkur	Perbandingan Metode Kuadrat Terkecil Marquardt-Levenberg dan Kemungkinan Maksimum EM Pendugaan Parameter Model Nonlinear Jerapan Fosfor	414
4	Muhammad Nur Aidi	Deteksi Pola Sebaran Titik Spasial Secara Reguler Melalui Penelusuran Fungsi Massa Peluang, Metode Kuadran dan Tetangga Terdekat	425
5	Aji Hamim Wigena	Penggunaan Regresi Kuadrat Terkecil Parsial dalam <i>Statistical Downscaling</i>	435

No.	PENULIS	JUDUL	Hal
6	Endar H. Nugrahani	Model Dinamika Sistem Ekonomi Berdasarkan Akumulasi Modal	440
POSTER			450
1	Ninik Setyowati dan Nurul Sumiasri	Variasi Jenis Tanaman dalam Upaya Peningkatan Produktivitas Lahan Pekarangan di Cibinong	451
2	Mukhtar Effendi, Sebah	Peningkatan Kepekaan Sistem Deteksi Spektrometer Fotoakustik Gas Lacakan dengan Cara Optimasi Daya Laser CO ₂ yang Digunakan	460
3	Destario Metusala	Studi Waktu Aplikasi dan Dosis Herbisida Campuran Atrazine dan Mesotrione Terhadap Pertumbuhan Gulma pada Pertanaman Jagung	470
4	Agung Sri Darmayanti, Destario Metusala	Pengaruh Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cempaka (<i>Michelia Champaca</i>)	478
5	Samanhudi, Praswanto, dan Edi Dwiyono	Induksi Kalus Tanaman Mahkota Dewa (<i>Phaleria macrocarpa</i>) dengan Perlakuan Kondisi Gelap dan 2,4-D	485
6	Sarjiya Antonius, Dwi Agustyani, Nurlaili, Ronald B. P. Simbolon	Sifat Biologi dan Kimia Tanah pada Beberapa Komoditas Pertanian di Malinau-Kaltim	495
7	Rini Riffiani	Pengujian Enzim Peroksidase pada Kultur Suspensi Sel <i>Raphanus sativus</i> yang Diperkaya dengan Hormon Pertumbuhan	501
8	Nurul Sumiasri, Yani Cahyani, Dody Priadi	Pengaruh berbagai Media dan Pematangan Dormansi Biji terhadap Pertumbuhan Biji Jarak Pagar (<i>Jatropha curcas L</i>)	510
9	Sudarmono	Pendekatan Konservasi Berdasarkan Variasi Genetika Populasi pada Tumbuhan: Suatu Kasus pada <i>Salvia Sp.</i> (LAMIACEAE)	521
10	Sudarmono, Sumanto	Variasi Genetika pada Populasi <i>Scutellaria Sp.</i> (Lamiaceae) di Gunung Slamet, Jawa Tengah	529
11	Sri Hartin Rahayu	Pengaruh Rhizobium dan Purnial Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau dalam Pengembangan Usahatani di Lahan Bekas Galian Emas Jampang-Sukabumi	537
12	Hartutiningsih-M. Siregar, R. S. Purwantoro, Sudarmono, A. Agusta	Pengungkapan Potensi Obat pada Tiga Jenis <i>Begonia</i> Terpilih (<i>Begonia muricata</i> Blume, <i>B. multangula</i> Blume, <i>B. "Bacem Kebo"</i> .) Melalui Uji Anti Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> Secara <i>In Vitro</i>	543
13	Eko Murniyanto	Keragaan Daun Kimpul (<i>xanthosoma sagittifolium</i> L.schoot) yang Terpapar pada Penyinaran Matahari	552

DESAIN MODEL MATEMATIKA UNTUK OPTIMASI INPUT PRODUKSI PAKAN UDANG PUTIH (*Litopenaeus vannamei*)Rietje J.M Bokau¹ dan Wamiliana²¹ Program Studi Budidaya Perikanan, Politeknik Negeri Lampung² Jurusan Matematika FMIPA, Universitas Lampung**Abstrak**

Udang merupakan salah satu komoditi ekspor hasil perikanan yang diekspor dari Propinsi Lampung. Produksi udang yang dihasilkan dari budidaya di tambak tidak terlepas dari kualitas udang yang dihasilkan. Untuk menghasilkan udang yang berkualitas diperlukan pakan buatan yang baik yang memenuhi kebutuhan nutrisi udang yang dipelihara. Pabrik pakan yang mensuplai pakan buatan belum banyak dikaji dalam hal manajemennya. Bokau dkk. (2007) memberikan model matematika pakan udang, khususnya pada bahan baku yang digunakan. Akan tetapi, belum ada informasi yang bersifat komprehensif yang memuat sistem produksi pakan udang. Dalam tulisan ini didiskusikan tentang desain model matematika untuk optimasi input produksi pakan udang, agar dapat dicapai optimalitas produksi.

Kata kunci: Model Matematika, optimalitas, pakan udang

1. PENDAHULUAN

Udang merupakan salah satu komoditi ekspor dari Propinsi Lampung yang cukup besar. Udang yang diproduksi sebagai hasil budidaya secara intensif di tambak memiliki peran ekonomi serta potensi pengembangan budidaya. Sesuai dengan sasaran pembangunan kelautan dan perikanan Propinsi Lampung, produksi hasil tambak mencapai 43.607 ton tahun 2009 dari potensi luas areal pertambakan 62.100 Ha, dengan target nilai ekspor sebesar US \$ 151.816.396 (DKP Propinsi Lampung, 2005). Untuk mencapai target tersebut dibutuhkan antara lain manajemen pakan yang baik (Dahuri, 2008).

Sebagai makhluk hidup, udang di dalam kehidupannya membutuhkan bahan makanan sebagai sumber energi dan gizi yang diperlukan dalam melakukan aktivitasnya yang mencakup pertumbuhan dan perkembangan serta reproduksi. Untuk menghasilkan udang yang berkualitas dibutuhkan pakan yang akan menunjang pertumbuhannya. Pada budidaya udang pola intensif, ketergantungan udang terhadap adanya suplai pakan dari luar lingkungannya akan semakin tinggi karena dengan padat penebaran yang relatif tinggi. Pakan yang baik dan sesuai dengan kebutuhan udang memerlukan suatu formulasi khusus untuk memenuhi nutrisi utama yang dibutuhkan udang seperti protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral.

Pemenuhan nutrisi udang tersebut dilakukan dengan pemberian pakan buatan yang diproduksi oleh pabrik. Beberapa pabrik pakan udang yang mensuplai kebutuhan pakan buatan di Propinsi Lampung antara lain: PT. Central Pertiwi Bahari, PT. Prospek Karya Tama, PT. Vega, PT. Charoen, CV. Vista Grain, PT. Bestari Indo Prima. Beberapa dari perusahaan tersebut tidak beroperasi secara maksimal atau menjadi perusahaan pemasaran produk pakan dari pabrik lain. Dalam memproduksi pakan udang, perusahaan tidak hanya memproduksi pakan secara kualitas sesuai kebutuhan udang tapi juga perlu memperhatikan aspek produksi lainnya yang berkaitan dengan ketersediaan bahan baku, stok, permintaan, ketersediaan dana, tenaga kerja dan kapasitas mesin. Sejauh ini belum ada penelitian yang mendalam tentang optimasi sistem produksi pakan udang secara menyeluruh. Bokau (2007) memberikan model optimasi khususnya terhadap bahan baku pakan udang, dan model untuk optimasi produksi pakan udang (Bokau dkk., 2007). Program linier adalah metode matematika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah dengan tujuan optimum yang dirancang untuk mengalokasikan sumber daya yang terbatas (Wamilinana, 2002 dan Mulyono, 2004).

Udang putih (*Litopenaeus vannamei*) merupakan jenis udang yang banyak dikembangkan dalam budidaya intensif di tambak dewasa ini setelah jenis udang windu banyak mengalami masalah penyakit. Kondisi ini menyebabkan beberapa pabrik pakan udang besar mengolah pakan untuk kebutuhan udang putih. Udang putih lebih mudah dibudidayakan, pertumbuhan relatif cepat, tingkat kelangsungan hidup tinggi, lebih tahan terhadap serangan penyakit dan perubahan lingkungan.

2. BAHAN DAN METODE

Sebelum penyusunan model matematika, terlebih dahulu dilakukan kajian mengenai karakteristik dari setiap faktor yang digunakan sebagai input produksi yang akan mempengaruhi hasil produksi pakan udang. Faktor-faktor input produksi tersebut adalah kriteria kualitas pakan udang dan kualitas dan batasan penggunaan bahan baku, ketersediaan bahan baku, tenaga kerja, dan kapasitas mesin produksi.

Menurut Hertrampf dan Pascual (2000), efektifitas nutrisi yang dimakan udang akan dipengaruhi oleh kualitas pakannya secara eksternal serta pencernaan dan penyerapan (intenal). Untuk meningkatkan efektifitas tersebut pakan udang harus disusun dalam suatu formulasi yang sesuai dengan kebutuhan udang (Tabel 1).

Tabel 1. kebutuhan nutrisi udang putih sesuai dengan tahap perkembangannya

Stadia udang	Bentuk Pakan	Kandungan Nutrisi Pakan (%)			
		Protein (Max)	Lemak (Min)	Serat (Max)	Air (Max)
PL Feed	Crumble	30	5	4	11
Starter	Crumble	30	5	4	11
Grower	Crumble	30	5	4	11
Finisher	Pellet	28	5	4	11
Finisher	Pellet	28	5	4	11

Selain formulasi pakan, dalam sistem produksi pakan udang juga harus mempertimbangkan faktor teknis seperti peralatan dan kapasitas mesin, tenaga kerja dan sumber daya manusia. Disamping itu masalah permodalan, serta kebutuhan dan permintaan pasar, merupakan kendala yang harus dipecahkan.

Desain model matematika sistem produksi pakan udang melibatkan unsur-unsur yang harus tersedia sebagai bahan baku serta persyaratan-persyaratan tertentu yang harus dipenuhi. Sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia) pakan udang, misalnya, kadar air tidak melebihi 10%, kadar protein minimal 40%, kadar lemak minimal 6%, kadar serat kasar maksimal 3%, dan kadar abu maksimal 15% (BSN, 2002). Adapun bahan baku yang digunakan untuk membuat pakan udang terdiri dari bungkil kedelai, tepung ikan, tepung cumi, tepung udang, pollard, tepung terigu, minyak ikan, minyak lecithin, dan beberapa bahan lainnya. Kualitas bahan baku yang digunakan harus diketahui kadar nutrisinya melalui analisis proksimat atau dari referensi yang ada. Batasan penggunaan bahan baku pakan udang juga disesuaikan. Adapun desain optimasi input produksi pakan udang tersebut adalah sebagai berikut:

Fungsi Tujuan: Memaksimalkan input produksi pakan.

Fungsi Kendala:

1. Kualitas dan kuantitas masing-masing pakan udang
2. Kuantitas masing-masing bahan baku dalam pakan
3. Ketersediaan bahan baku pakan udang
4. Ketersediaan tenaga kerja
5. Keterbatasan mesin produksi

Perlu diperhatikan disini bahwa model yang kami ajukan tidak memasukkan faktor lain misalnya harga pakan, biaya operasional, kebutuhan pasar (tambak dan lainnya), dan faktor lainnya. Model matematika untuk optimasi input produksi pakan udang dapat dijabarkan sebagai berikut :

Misal :

x_{ijk} = Jumlah bahan baku i yang digunakan untuk memproduksi pakan udang j pada bulan ke k dalam satuan kg.

$i = 1,2,3,\dots,17$

1 = tepung kedelai, 2= tepung ikan, 3 = tepung cumi-cumi, 4 = tepung udang,
5 = pollard, 6 = tepung terigu, 7 = minyak ikan, 8 = lecithin, 9 = tepung perekat,
10 = ikan segar, 11= calcium phospat, 12= choline chloride, 13 = vitamin mix,
14=mineral mix, 15=lysin, 16=atraktant, 17=antioksidan

$j = 1,2,3,4,5,6$

j = jenis pakan udang (1 = pakan bentuk crumble 01; 2 = pakan bentuk crumble 02;
3 = pakan bentuk crumble 03; 4 = pakan bentuk pellet 04s; 5 = pakan bentuk pelet
04; dan 6 = pakan bentuk *grain pellet*)

$k = 1,2,3,\dots,12$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proses Produksi dan Kualitas Pakan Udang

Produksi merupakan kegiatan suatu organisasi untuk memproses dan merubah bahan baku (raw material) menjadi barang jadi (finished good) melalui penggunaan tenaga kerja, alat/mesin dan faktor-faktor produksi lainnya (Buffa, 1983), atau juga pengkombinasian dan koordinasi bahan-bahan dan sumber daya dalam menciptakan barang atau pelayanan (Beattie and Taylor, 1985). Dalam bidang pertanian, produk atau produksi dapat bervariasi antara lain disebabkan karena perbedaan kualitas (Soekartawi, 2003).

Secara umum proses pembuatan pakan udang melalui 5 tahap penting yaitu penggilingan bahan baku kasar, penimbangan, pencampuran dan pengukusan (steam), pencetakan dan pengeringan. Sebelum masuk dalam proses pengolahan, terlebih dahulu dihitung formulasi untuk menentukan komposisi masing-masing bahan baku sesuai dengan kriteria kebutuhan dan penggunaannya. Tahap ini merupakan tahap yang sangat penting karena akan menentukan kualitas pakan udang yang dihasilkan dan pakan harus sesuai dengan kebutuhan udang terutama berkaitan dengan *feeding habits* dan *food habits* udang (Marindo, 2008). Bahan baku menjadi salah satu masalah penting karena berkaitan dengan harga dan ketersediaan, sehingga perlu dioptimalkan penggunaannya.

Udang membutuhkan pakan buatan yang sifatnya cepat tenggelam dengan tingkat *water stability* yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena udang bersifat demersal dan cara makannya lambat (Usman dan Palinggi, 2005). Hasil penelitian menunjukkan bahwa makanan yang dimakan udang, kurang lebih 10% saja yang dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Selebihnya digunakan sebagai tenaga (energi) atau tidak dapat dicerna (NRC, 1983 dan Haryati 2005).

Menurut Huisman (1987) dan Buantello *et al.* (2002), kebutuhan protein untuk pertumbuhan udang yang optimum bergantung kepada beberapa faktor yaitu kandungan energi pakan, kondisi fisiologis, kualitas protein (profil asam amino dan jumlah pakan). Kadar protein pakan untuk menghasilkan pertumbuhan yang maksimal semakin menurun dengan meningkatnya umur udang. Kebutuhan lemak dalam pakan buatan sangat kecil karena kadar lemak yang tinggi akan menyebabkan penyimpanan lemak pada tubuh udang dan mempengaruhi konsumsi pakan (Huisman, 1987).

Menurut Goddard (1996), kriteria dalam pemilihan bahan baku yaitu: mengandung nilai gizi yang tinggi, mudah diperoleh dan mudah diolah, tidak mengandung racun, dan harga relatif murah. Bahan baku dalam pembuatan pakan udang berfungsi sebagai sumber protein, sumber energi dan vitamin dan mineral. Bahan baku dikatakan sebagai sumber protein jika mengandung protein kasar lebih dari 19% (Haryati, 2005). Bahan baku dalam pakan udang dibatasi jumlah penggunaannya sebagai akibat adanya enzim atau zat pengganggu dan kebutuhan nutrisi udang yang terbatas. Seperti penggunaan tepung kepala udang dibatasi hanya 10% karena adanya zat khitin yang susah dicerna.

Untuk memaksimalkan produksi, diperlukan suatu perencanaan dan pengendalian orang (tenaga kerja), bahan-bahan, mesin-mesin dan peralatan, serta modal yang diperlukan untuk memproduksi barang-barang pada suatu periode tertentu.

3.2. Model Matematika Input Produksi Pakan Udang.

Fungsi tujuan : $\text{Max } \sum_{i=1}^{17} \sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^{12} X_{ijk}$

Kendala :

1. Kuantitas masing-masing bahan baku

a. Tepung kedelai pada pakan udang j: Max 15 %; Min 3 %

$$0,03 \leq \frac{X_{1jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,15, \quad j = 1,2,3,4,5,6, \quad k=1,2,\dots,12$$

b. Tepung ikan pada pakan udang j : Max 25 %; Min 10 %.

$$0,1 \leq \frac{X_{2jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,25, \quad j = 1,2,3,4,5,6, \quad k=1,2,\dots,12$$

c. Tepung cumi-cumi pada pakan udang j : Max 10 %; Min 5 %

$$0,05 \leq \frac{X_{3jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,1, \quad j = 1,2,3,4,5,6, \quad k=1,2,\dots,12$$

d. Tepung udang pada pakan udang j untuk : Max 30 %; Min 3 %

$$0,03 \leq \frac{X_{4jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,3, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

e. Pollard pada pakan udang j : Max 5 %; Min 3 %

$$0,03 \leq \frac{X_{5jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,05, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

f. Tepung terigu pada pakan udang j: Max 10 % ; Min 5 %

$$0,05 \leq \frac{X_{6jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,1, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

g. Minyak ikan pada pakan udang j : Max 4 %; Min 2 %

$$0,02 \leq \frac{X_{7jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,04, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

h. Lecithin oil pada pakan udang j : Max 3 %; Min 1 %

$$0,01 \leq \frac{X_{8jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,03, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

i. Tepung perekat pada pakan udang j: Max 0,5 %; Min 0,02%

$$0,002 \leq \frac{X_{9jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,05, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

j. Ikan segar pada pakan udang j: Max 8 %; Min 3 %

$$0,03 \leq \frac{X_{10jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,08, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

k. Calcium phospat pada pakan udang j: Max 4 %; Min 2 %

$$0,02 \leq \frac{X_{11jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,04, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

l. Choline chloride pada pakan udang j: Max 1 %

$$\frac{X_{12jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,01, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

m. Vitamin mix pada pakan udang j: Max 3%

$$\frac{X_{13jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,03, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

n. Mineral mix pada pakan udang j: Max 2 %

$$\frac{X_{14j}}{X_{1j} + X_{2j} + X_{3j} + \dots + X_{17j}} \leq 0,02, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

o. Lysin pada pakan udang j: Max 0,5 %

$$\frac{X_{15jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,005, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

p. Atraktant pada pakan udang j: Max 3 %

$$\frac{X_{16jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,03, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

q. Antioksidan pada pakan udang j: Max 0,02 %

$$\frac{X_{17jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{17jk}} \leq 0,0002, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

II. Kualitas pakan

a. Kadar air pakan udang : Max 11 %

$$\frac{a_{dk} X_{1jk} + a_{uk} X_{2jk} + a_{tk} X_{3jk} + \dots + a_{ik} X_{10jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{10jk}} \leq 0,1, \quad j = 1,2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

Perhatikan bahwa pada pertidaksamaan ini hanya melibatkan bahan baku 1 sampai 10, sedangkan bahan baku ke-11 sampai ke 17 diabaikan.

b. Kadar Protein

1. Kadar protein pakan udang j1 (crumble 01): Min 40 %

$$\frac{P_1 X_{11k} + P_2 X_{21k} + P_3 X_{31k} + \dots + P_{10} X_{10,1k}}{X_{11k} + X_{21k} + X_{31k} + \dots + X_{10,1k}} \geq 0,4 \quad k=1,2,\dots,12$$

2. Kadar protein pakan udang j2 (crumble 02) : Min 38 %

$$\frac{P_1 X_{12k} + P_2 X_{22k} + P_3 X_{32k} + \dots + P_{10} X_{10,2k}}{X_{12k} + X_{22k} + X_{32k} + \dots + X_{10,2k}} \geq 0,38 \quad k=1,2,\dots,12$$

3. Kadar protein pakan udang j3 (crumble 03) : Min 37 %

$$\frac{P_1 X_{13k} + P_2 X_{23k} + P_3 X_{33k} + \dots + P_{10} X_{10,3k}}{X_{13k} + X_{23k} + X_{33k} + \dots + X_{10,3k}} \geq 0,37 \quad k=1,2,\dots,12$$

4. Kadar protein pakan udang j4 (Pelet 04s): Min 36 %

$$\frac{P_1 X_{14k} + P_2 X_{24k} + P_3 X_{34k} + \dots + P_{10} X_{10,4k}}{X_{14k} + X_{24k} + X_{34k} + \dots + X_{10,4k}} \geq 0,36 \quad k=1,2,\dots,12$$

5. Kadar protein pakan udang j5 (pellet 04): Min 35 %

$$\frac{P_1 X_{15k} + P_2 X_{25k} + P_3 X_{35k} + \dots + P_{10} X_{10,5k}}{X_{15k} + X_{25k} + X_{35k} + \dots + X_{10,5k}} \geq 0,35 \quad k=1,2,\dots,12$$

6. Kadar protein pakan udang j6 (grain pellet) : Min 34 %

$$\frac{p_1 X_{16k} + p_2 X_{26k} + p_3 X_{36k} + \dots + p_{10} X_{10,6k}}{X_{16k} + X_{26k} + X_{36k} + \dots + X_{10,6k}} \geq 0,34 \quad k=1,2,\dots,12$$

dengan p_i = kadar protein yang terkandung dalam bahan baku i , $i=1,2,3,\dots,10$

c. Kadar lemak

1. Kadar lemak pakan udang j1 (crumble 01): Min 6 %

$$\frac{lm_1 X_{11k} + lm_2 X_{21k} + lm_3 X_{31k} + \dots + lm_{10} X_{10,1k}}{X_{11k} + X_{21k} + X_{31k} + \dots + X_{10,1k}} \geq 0,06 \quad k=1,2,\dots,12$$

2. Karena persyaratan kadar lemak pakan udang crumble 02 sampai dengan crumble 06 adalah sama (minimal 4 %), maka kendala adalah sebagai berikut:

$$\frac{lm_1 X_{1jk} + lm_2 X_{2jk} + lm_3 X_{3jk} + \dots + lm_{10} X_{10jk}}{X_{1jk} + X_{2jk} + X_{3jk} + \dots + X_{10jk}} \geq 0,04 \quad j=2,3,4,5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

dengan lm_i = kadar lemak yang terkandung dalam bahan baku i , $i=1,2,3,\dots,10$

d. Kadar serat kasar

Karena kadar serat kasar pakan 01, 02, 03, dan 04 adalah sama (maksimal 3%), maka kendala adalah sebagai berikut:

$$\frac{sk_1 X_{1jk} + sk_2 X_{2jk} + sk_3 X_{3jk} + \dots + sk_{10} X_{10jk}}{X_{1jk} + X_{2j} + X_{3jk} + \dots + X_{10jk}} \leq 0,03 \quad j=1, 2,3,4 \quad k=1,2,\dots,12$$

Karena kadar serat kasar pakan 05 dan 06 adalah sama (maksimal 4%), maka kendala adalah sebagai berikut:

$$\frac{sk_1 X_{1jk} + sk_2 X_{2jk} + sk_3 X_{3jk} + \dots + sk_{10} X_{10jk}}{X_{1jk} + X_{2j} + X_{3jk} + \dots + X_{10jk}} \leq 0,04 \quad j=5,6 \quad k=1,2,\dots,12$$

dengan sk_i = kadar serat kasar yang terkandung dalam bahan baku i , $i=1,2,3,\dots,10$

e. Kadar abu pakan udang j: Max 15 %

Karena kadar abu untuk masing-masing pakan adalah sama, maka kendala adalah sebagai berikut:

$$\frac{ka_1 X_{1jk} + ka_2 X_{2jk} + ka_3 X_{3jk} + \dots + ka_{10} X_{10jk}}{X_{1jk} + X_{2j} + X_{3jk} + \dots + X_{10jk}} \leq 0,15 \quad j=1, 2,3,4,5,6, \quad k=1,2,\dots,12$$

III. Ketersediaan bahan baku pakan

$$\sum_{j=1}^6 \sum_{k=1}^{12} X_{ijk} \leq b_i, \quad i = 1,2,3,4,\dots,17 \text{ dan } b_i = \text{bahan baku } i \text{ yang tersedia}$$

IV. Ketersediaan tenaga kerja

Tenaga kerja di bagian produksi relatif tetap jumlahnya yaitu: 21 orang. Satu hari kerja sebanyak 8 jam, dalam satu bulan terdapat 26 hari kerja. Sebagai kendala digunakan jam kerja yang tersedia pada bagian produksi rata-rata per bulan, yaitu $21 \times 8 \times 26 = 4368$ jam kerja. Jika w adalah koefisien jam kerja yang diperlukan untuk menghasilkan 1 kg pakan pada bulan ke- k , dalam satuan jam kerja/kg, maka w

$$\sum_{i=1}^{17} x_{ijk} \leq 4368, \quad j=1,2,3,4,5,6, \quad k = 1,2,3,\dots,12.$$

V. Keterbatasan mesin

Produksi pakan udang tidak melebihi kapasitas mesin, yaitu 50.000 kg/jam. Dengan asumsi bahwa satu bulan terdapat 26 hari kerja, dan satu hari kerja sebanyak 8 jam, maka dalam satu bulan mesin dapat memproduksi pakan sebanyak: $26 \times 8 \times 50.000$

$$\text{kg/jam} = 10.400.000. \text{ Sehingga kendala mesin produksi: } \sum_{j=1}^6 x_{jk} \leq 10.400.000.$$

Model yang diberikan pada bagian II merupakan model umum yang tidak memasukkan faktor-faktor lain selain pada proses produksi yang hanya melibatkan bahan baku, kualitas pakan, ketersediaan bahan baku, tenaga kerja, dan kapasitas mesin. Model ini melibatkan 1224 variabel (x_{ijk} , dimana $i = 1,2,3,\dots,17$, $j=1,2,\dots,6$, dan $k = 1,2,3,\dots,12$).

Model ini dapat disimulasikan dengan menggunakan software *LINDO* (Linear Interactive and Discrete Optimizer) setelah terlebih dahulu memodifikasi kendala-kendala menjadi bentuk pertidaksamaan linier. Untuk pembahasan yang lebih komprehensif, disarankan untuk memasukkan faktor-faktor lain yang belum dimasukkan dalam model ini.

4. KESIMPULAN DAN PROSPEK

Pemodelan matematika yang dikembangkan telah mengakomodasikan faktor-faktor produksi (jumlah dan ketersediaan bahan baku, tenaga kerja dan kapasitas mesin produksi) untuk memprediksi nilai optimal dan menghasilkan kualitas pakan udang putih sesuai dengan kriteria standar kualitas (SNI pakan udang).

Model ini dapat diterapkan untuk mengkaji optimalitas input produksi oleh perusahaan-perusahaan/pabrik pakan udang dalam mengatasi efisiensi sumber daya, yang diharapkan dapat tercapai penggunaan faktor-faktor produksi yang optimal yang akan mengoptimalkan harga pakan udang tanpa mengurangi kualitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2002. Standar Nasional Indonesia untuk Pakan Udang Windu (SNI 02 – 2724 – 2002). Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Beattie, B.R. and C.R Taylor. 1985. The Economic on Production. Jhon Wiley and Sons. USA. 258 pp.
- Bokau, R., Wamiliana dan Sutikno. 2008. Pemodelan Program Linier untuk Optimasi Agroindustri Pakan Udang. *Jurnal Sains MIPA*, Edisi Khusus Tahun 2008, Vol.14, No.1, Hal: 59-64. FMIPA, Universitas Lampung.
- Bokau, R., 2008. Optimasi Pemanfaatan Sumber Daya Bahan Baku Agroindustri Pakan Udang. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan* Vol. 8 (2): 51-60, Mei 2008. Politeknik Negeri Lampung.
- Dahuri, R. 2008. Menjadikan Akuakultur Sebagai Sumber Pertumbuhan Ekonomi Indonesia yang Berkualitas dan Berkelanjutan. Makalah dalam Konferensi Akuakultur Indonesia, Bandar Lampung 8-9 Juli 2008, Masyarakat Akuakultur Indonesia (MAI).
- Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Lampung. 2005. Profil Kelautan dan Perikanan Propinsi Lampung. DKP Propinsi Lampung.
- Goddard, S. 1996. Feed Management in Intensive Aquaculture. Chapman and Hall. 194 pp.
- Haryati. 2005. Teknologi Manajemen Pakan, Kebutuhan Nutrisi Ikan untuk Budidaya. Pusat Riset Budidaya Air Payau. 13 hal.
- Huisman, E.A. 1987. Food Conversion Efficiencies at Maintenance and Production Level for Carp and Rainbow Trout. *Aquaculture*, 9(2): 159-273.
- Marindro, M.K. 2008. Program Pakan Udang. [Hhttp://marindroina.blogspot.com/2008/02/program-pakan-udang.html](http://marindroina.blogspot.com/2008/02/program-pakan-udang.html). 29 April 2009.
- NRC. 1983. Nutrient Requirements of Warmwater Fishes and Shellfishes. National Academic Press. Washington. 101 p.
- Soekartawi. 2001. Pengantar Agroindustri. RajaGrafindo Persada, Jakarta. 151 hal.
- Usman dan Palinggi, N. 2005. Teknologi Manajemen Pakan, Manajemen Pemberian Pakan. Pusat Riset Budidaya Air Payau.
- Wamiliana. 2002. Diktat Kuliah Program Linier. Jur. Matematika FMIPA, Unila.