

B1

ISSN : 0854 - 0098



JURNAL PENELITIAN UNIVERSITAS MATARAM

EDISI A: SAINS DAN TEKNOLOGI

VOLUME : 2 NO. 7, Pebruari 2005

DAFTAR ISI

1. Ekobiologi Jamur Akar Putih (*Rigidoporus Microporus*) Penyebab Busuk Akar Jambu Mete (**I Made Sudantha**) 1-10
2. Reaksi Ketahanan Beberapa Varietas dan Galur Harapan Padi (Hasil Persilangan Varietas Lokal NTB dan IR 36) Terhadap Penyakit Tungro (**Ruth Stella Thei Petrunella, I Made Sudantha**) 11-20
3. Pengaruh Jenis Larutan dan Lama Perendaman Terhadap Mutu Hasil Pengeringan Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Dengan Menggunakan *Direct Solar Dryer* (**Satrijo Saloko, Cahyawan Catur Edy Margana, M. Junaldi**) 21-30
4. Budidaya Bawang Merah Pada Berbagai Teknik Selang Pemberian Air Dikombinasikan Dengan Bahan Organik Di Lahan Kering Pringgabaya Lombok Timur (**INYOMAN SOEMEINABOEDHY**) 31-39
5. Pengaruh Pentoksifilin Terhadap Motilitas, Viabilitas and Morfologi Spermatozoa Pembawa Kromosom X dan Y. (**Enny Yuliani**) 40-46
6. Penggunaan Ducweed (Family Lemnaceae) Dalam Ransum dan Pengaruh Terhadap Tumbuh Kembang Karkas, dan Non Karkas Kambing Kacang (**Ridawan**) 47-53
7. Prediksi Volume Buah Berdasarkan Fitur Citra Digital Untuk Identifikasi Cacat Dalam (**Paniran**) 54-62
8. Perilaku Kekuatan Fatigue Notch Poros Baja 1045 Akibat Proses Tempering (**Sujita**). 63-69
9. Pengaruh Pemasangan *Switched* Kapasitor Daya Pada Sistem Distribusi 20 Kv (Studi Kasus Pada Penyulang Sembalun PT. PLN (Persero) Wilayah NTB Cabang Mataram) (**Agung Budi Muljono**) 70-86
10. Isolasi dan Karakterisasi Parsial Enzim Protease Pada Berbagai Jenis Ikan Laut Dari Perairan Lombok (**Sukib**) 87-90
11. Hubungan Motivasi Dan Kemampuan Menjelaskan Konsep Dalam Percobaan Di Laboratorium Dengan Hasil Belajar Titrasi Redoks. (**Muti'ah**) 91-96
12. Kehadiran Enterobacteriaceae Patogen Dalam Makanan Pada Musim Yang Berbeda (**Ernin Hidayati**) 97-103

DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN
JURNAL PENELITIAN UNIVERSITAS MATARAM
Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB, Telp. (0370) 641552, 638265, 633007
Fax. (0370) 638265, E-mail: lemlit@mataram.wasantara.net.id

DEWAN REDAKSI

Pelindung/ Penasehat
Rektor Universitas Mataram

Pengarah
Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram

Penanggung Jawab
Sekretaris Lembaga Penelitian Universitas Mataram

Dewan Penyunting
Syamsuhaidi
Lolita Endang Susilawati
I Made Sudantha
Djoko Kisworo
Pathurrahman

Tim Administrasi
Hartati Hadi
Rahma
I Komang Sudja
Muhammad Ernadi
Ismiyati
Agis Sunarya
Muhammad Ribhan
Khairul Jihad

Bagian Editing : Syahrudin

Alamat Redaksi :
Lembaga Penelitian Universitas Mataram
Jl. Pendidikan 37 Mataram NTB - 83125
Telp. (0370) 641552, 638365 Fax. (0370) 638265
E-mail: lemlit@mataram.wasantara.net.id



JURNAL PENELITIAN

UNIVERSITAS MATARAM

EDISI A: SAINS DAN TEKNOLOGI

VOLUME : 2 NO. 7, Pebruari 2005

DAFTAR ISI

- | | | |
|----|---|--------|
| 1 | Ekobiologi Jamur Akar Putih (<i>Rigidoporus Microporus</i>) Penyebab Busuk Akar Jambu Mete (I Made Sudantha) | 1-10 |
| 2 | Reaksi Ketahanan Beberapa Varietas dan Galur Harapan Padi (Hasil Persilangan Varietas Lokal NTB dan IR 36) Terhadap Penyakit Tungro (Ruth Stella Thei Petrunella, I Made Sudantha) | 11-20 |
| 3 | Pengaruh Jenis Larutan dan Lama Perendaman Terhadap Mutu Hasil Pengeringan Rumput Laut (<i>Eucheuma Cottonii</i>) Dengan Menggunakan <i>Direct Solar Dryer</i> (Satrijo Saloko*, Cahyawan Catur Edy Margana, M. Junaidi) | 21-30 |
| 4 | Budidaya Bawang Merah Pada Berbagai Teknik Selang Pemberian Air Dikombinasikan Dengan Bahan Organik Di Lahan Kering Pringgabaya Lombok Timur (INYOMAN SOEMEINABOEDHY) | 31-39 |
| 5 | Pengaruh Pentoksifilin Terhadap Motilitas, Viabilitas and Morfologi Spermatozoa Pembawa Kromosom X dan Y. (Enny Yuliani) | 40-46 |
| 6 | Penggunaan Ducweed (Family Lemnaceae) Dalam Ransum dan Pengaruh Terhadap Tumbuh Kembang Karkas, dan Non Karkas Kambing Kacang (Ridawan). | 47-53 |
| 7 | Prediksi Volume Buah Berdasarkan Fitur Citra Digital Untuk Identifikasi Cacat Dalam (Paniran) | 54-62 |
| 8 | Perilaku Kekuatan Fatigue Notch Poros Baja 1045 Akibat Proses Tempering (Sujita). | 63-69 |
| 9 | Pengaruh Pemasangan <i>Switched</i> Kapasitor Daya Pada Sistem Distribusi 20 Kv (Studi Kasus Pada Penyulang Sembalun PT PLN (Persero) Wilayah NTB Cabang Mataram) (Agung Budi Muljono). | 70-86 |
| 10 | Isolasi dan Karakterisasi Parsial Enzim Protease Pada Berbagai Jenis Ikan Laut Dari Perairan Lombok (Sukib) | 87-90 |
| 11 | Hubungan Motivasi Dan Kemampuan Menjelaskan Konsep Dalam Percobaan Di Laboratorium Dengan Hasil Belajar Titrasi Redoks. (Muti'ah). | 91-96 |
| 12 | Kehadiran Enterobacteriaceae Patogen Dalam Makanan Pada Musim Yang Berbeda (Ernin Hidayati) | 97-103 |

Ekobiologi Jamur Akar Putih (*Rigidoporus Microporus*) Penyebab Busuk Akar Jambu Mete

*The Ecobiology Of White Roots Fungus (*Rigidoporus Microporus*) Causes Root Rot On Cashew Plant*

I MADE SUDANTHA

Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UNRAM
Jl. Pendidikan No. 37 Mataram 83125 Telp. (0370) 640744

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari ekobiologi jamur akar putih (JAP) yang menyerang tanaman jambu mete. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif dan teknik pengumpulan data dengan observasi langsung pada tanaman sakit di lapang dan pengamatan biologi JAP di laboratorium serta uji patogenisitas JAP di rumah kaca. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada permukaan akar yang sakit dan seresah daun jambu mete terdapat banyak rhizomorf yang berwarna putih dan tidak dijumpai basidiokarp. Semakin tua umur tanaman maka tingkat serangan JAP semakin tinggi dan semakin lebat tumbuhan penutup tanah maka populasi JAP dalam tanah semakin berkurang dan tingkat kerusakan tanaman berkurang. Penyebaran tanaman sakit tidak mengikuti pola tertentu tetapi ada indikasi penyakit ditularkan melalui kontak akar tanaman sakit dengan tanaman sehat di sekitarnya. Inokulasi isolat JAP pada akar bibit umur enam bulan tidak menunjukkan gejala, sedangkan inokulasi pada akar tanaman umur tiga tahun menunjukkan gejala berupa busuk akar dan adanya rhizomorf.

Kata kunci: Ekobiologi, jamur akar putih, rhizomorf, dan basidiokarp.

ABSTRACT

The aim of this research was to study the ecobiology of white roots fungus on cashew plant. Methodology was used descriptif by collecting data from field i.e. direct observation of diseased plants, laboratory observation and pathogenisity in the glass house. The results showed that a lot of rhizomorf seen on the diseased root surfaces but there was not found any basidiocarb. Severe disease occurred on the older plant, however fungus population in soil was reduced by the healthy growth of cover crop and it leads to reduce the disease. There was no particular pattern of diseased plant distribution but there was an indication that the distribution occurred through direct contact between diseased root and the healthy one. There was no symptom appeared when 6 month old seedlings were inoculated with the JAP but on 3 year old plants such as root rot and rhizomorf.

Key words: Ecobiology, white roots fungus, rhizomorf, and basidiocarb.

PENDAHULUAN

Dalam upaya pengembangan jambu mete di NTB banyak dijumpai kendala, salah satu diantaranya adalah adanya gangguan penyakit baik di pembibitan maupun pertanaman. Berdasarkan laporan Disbun NTB (1995), penyakit akar putih yang disebabkan oleh JAP *Rigidoporus microporus* (Swartz Fr.)

van Ov. atau *R. lignosus* (Klotzsch) Imazeki atau dikenal dengan nama lain *Fomes lignosus* Klotzsch untuk pertama kalinya menyerang tanaman jambu mete di Indonesia yaitu di NTB (dan Bali) pada tahun 1995 sehingga menyebabkan kerusakan berat mencapai luas 550 ha dari luas pertanaman jambu mete 36.903 ha dengan penurunan hasil gelondongan mete 30 %. Sedangkan sampai

30 %. Sedangkan sampai dengan tahun 2001 dilaporkan bahwa serangan berat JAP mencapai 375 ha dan serangan ringan 425 ha dari luas pertanaman jambu mete 56.000 ha dengan penurunan hasil gelondong mete 30 % (Disbun NTB, 2002).

Berdasarkan hasil survei di Desa Lokok Rangan Kecamatan Kayangan Lombok Barat menunjukkan bahwa JAP masih merupakan ancaman bagi tanaman jambu mete. Serangan JAP di lokasi ini dari tingkat serangan ringan yaitu terdapat benang-benang jamur (rhizomorf) berwarna putih kekuningan pada leher akar dan seresh daun di sekitar lingkaran batang sampai dengan serangan sangat berat yaitu tanaman jambu mete sudah tumbang atau mati (Sudantha, 2001)

Untuk mengatasi serangan JAP ini belum banyak yang dapat dilakukan, karena teknologi pengendaliannya belum diketahui secara mantap. Penggunaan fungisida kimiawi untuk tindakan pencegahan JAP ini belum memberikan hasil yang baik karena kondisi lingkungan perkebunan yang kurang bersih yaitu banyaknya sisa-sisa akar dan tunggul pohon kehutanan sehingga menyulitkan dalam mendeteksi perkembangan JAP. Diduga kondisi lingkungan perkebunan yang kurang bersih ini merupakan salah satu penyebab timbulnya serangan JAP (Disbun NTB, 1995).

Dalam upaya meningkatkan produktivitas tanaman jambu mete melalui pengelolaan hama dan penyakit terpadu, maka diperlukan informasi mengenai ekobiologi JAP meliputi gejala kerusakan, pola penyebaran JAP, hubungan tanaman sakit dengan umur tanaman dan kelembatan gulma, hubungan tanaman sakit dengan rhizomorf dan basidiokarp.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif dan teknik pengumpulan data dengan observasi langsung meliputi pengamatan tanaman jambu mete sakit di lapang dan

pengamatan biologi JAP di laboratorium serta patogenisitas JAP di rumah kaca.

1. Pengamatan Tanaman Sakit di Lapangan

Pengamatan tanaman sakit di lapangan dilakukan di kebun jambu mete Desa Lokok Rangan dan Desa Selengan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Barat yang berbeda umur tanaman dan ekosistemnya, sedangkan beberapa pengujian selama pengamatan tersebut dilakukan di Laboratorium Proteksi Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Mataram dan Balai Laboratorium Perlindungan Tanaman Perkebunan Dinas Perkebunan NTB, mulai bulan Februari sampai dengan Juli 2001.

Pengamatan di lapang ini meliputi: pengamatan gejala kerusakan tanaman jambu mete yang terserang JAP, hubungan tanaman sakit dengan rhizomorf dan basidiokarp, pola penyebaran tanaman sakit, hubungan tingkat kerusakan tanaman dengan umur tanaman dan kelembatan gulma.

Pengamatan tanaman jambu mete di lapangan dilakukan pada petak contoh ditentukan secara acak pada lokasi kebun. Pada setiap lokasi kebun ditetapkan tiga petak contoh dan setiap petak contoh terdiri dari 50 tanaman jambu mete dan dipilih dari tanaman yang berumur ≥ 3 - ≤ 5 tahun, >5 - ≤ 7 tahun, >7 - ≤ 9 tahun, >9 - ≤ 11 tahun dan >11 tahun.

Pengamatan terhadap tanaman sakit dengan kriteria serangan ringan sampai sangat berat serta adanya tanaman yang mati juga dilakukan pada petak contoh untuk menentukan tingkat kerusakan tanaman berdasarkan gejala kerusakan yang tampak pada pangkal batang, adanya rhizomorf dan basidiokarp. Kriteria serangan dinilai dengan skor, yaitu: 0 = tanaman sehat, 1 = gejala ringan, 2 = gejala sedang, 3 = gejala berat, dan 4 = gejala sangat berat/mati. Adapun deskripsi gejala dari kriteria serangan tersebut tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Kriteria serangan JAP pada tanaman jambu mete

Deskripsi gejala pada tanaman	Tingkat serangan	Skor
Tanaman sehat dan tidak ditemukan adanya miselium putih pada akar	Sehat	0
Tanaman kelihatan agak kusam dan pertumbuhan tanaman agak terhambat, terlihat miselium yang baru menempel pada permukaan kulit akar	Ringan	1
Daun tanaman terutama bagian bawah mulai agak kaku, menguning dan miselium sudah menembus jaringan akar, tetapi akar belum mengalami kerusakan	Sedang	2
Tanaman mulai layu, daun-daun di bagian bawah menguning, dan jaringan akar sudah mulai membusuk	Berat	3
Jaringan akar sudah membusuk sampai pangkal batang, miselium terlihat di sekitar bagian yang terinfeksi dan daun mulai berguguran dan tanaman mati	Sangat Berat	4

Pengamatan terhadap pola penyebaran tanaman sakit dilakukan dengan cara membuat denah tanaman sehat dan tanaman sakit dari kriteria ringan sampai sangat berat, serta adanya tanaman tumbang pada petak contoh dari setiap lokasi dan umur tanaman.

Kerusakan tanaman pada setiap petak contoh dihitung berdasarkan rumus:

$$P = \frac{\sum (n_i \times v_i)}{(Z \times N)} \times 100 \%$$

P = Persentase intensitas keparahan penyakit; n_i = jumlah tanaman pada setiap kriteria serangan; v_i = skor dari setiap kriteria serangan; Z = skor dari kriteria serangan tertinggi (= 4); dan N = jumlah tanaman yang diamati.

Pada setiap petak contoh juga diamati adanya basidiokarp yang tumbuh di pangkal batang tanaman jambu mete dan adanya rhizomorf. Untuk mengetahui apakah tanaman jambu mete telah terinfeksi JAP, di sekitar pangkal batang ditutup dengan mulsa selama tiga minggu guna melihat ada tidaknya miselium jamur yang berwarna putih.

Pengamatan terhadap rhizomorf dan basidiokarp dilakukan dengan cara membuka leher akar tanaman sakit atau pada akar yang terbuka. Basidiokarp dan rhizomorf, baik yang ada dalam petak contoh maupun yang ada di sekitarnya dikumpulkan untuk diidentifikasi di laboratorium.

Pada setiap petak contoh dicatat umur tanaman dan kelembatan gulma. Kelembatan gulma atau kacang penutup tanah dikelompokkan dalam tiga kriteria yaitu: L = lebat, S = sedang, dan J = jarang, sedangkan jenisnya dibagi menjadi K = kacang penutup tanah, R = rumput-rumputan, dan P = pakisan.

2. Pengamatan Biologi JAP di Laboratorium dan Patogenesis JAP di Rumah Kaca

Isolasi JAP dilakukan dari contoh tanah, rhizomorf dan basidiokarp yang diambil dari kebun jambu mete di Desa Lokok Rangan dan Desa Selengan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Barat Contoh tanah tersebut dicampur menjadi satu, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik ditutup rapat, setelah itu dibawa ke Laboratorium. Selanjutnya dilakukan isolasi menggunakan metode cawan pengenceran sampai tingkat pengenceran 10^{-3} . Selanjutnya 1 ml dari suspensi dicampur dengan medium selektif yang bersuhu kurang dari 50°C sebanyak 15 ml dan diinkubasikan pada keadaan suhu ruang selama 4 hari. Setelah 4 hari setiap koloni yang tumbuh dengan warna biakan berbeda dipindah ke medium PDA yang lain. Medium selektif untuk mengisolasi jamur yaitu PDA yang ditambah 0,35 ml asam laktat setiap literinya, PDA yang ditambah 300 mg streptomycin dan 3 ml Rose Bengal 1 % setiap liter medium. Sedangkan isolasi JAP dari basidiokarp dilakukan dengan menanam potongan

konteks dari basidiokarp pada medium agar. Mula-mula basidiokarp yang baru diambil dari kebun dipotong melintang menjadi dua bagian. Setelah jaringan tabung dibuang, potongan bagian tengah basidiokarp dipotong lagi menjadi bentuk kubus berukuran 10 x 10 mm² permukaannya. Potongan ini kemudian ditanam pada medium PDA dalam cawan petri. Kemudian isolat JAP yang diperoleh dari contoh tanah dan dari basidiokarp diidentifikasi. Selain itu isolat JAP yang didapat dicocokkan dengan isolat pembanding yang pernah diidentifikasi yang merupakan koleksi Laboratorium Proteksi Tumbuhan Fakultas Pertanian UNRAM dan Balai Laboratorium Perlindungan Tanaman Perkebunan (BLPTP) Dinas Perkebunan Propinsi NTB.

Untuk mengetahui patogenisitas isolat JAP dilakukan menggunakan metode Arya dan Temaja (1996) yaitu isolat JAP diinokulasi pada potongan akar jambu mete yang telah disterilkan terlebih dahulu, kemudian diinkubasikan selama satu bulan. Setelah menunjukkan gejala berupa banyaknya miselia yang berkembang pada permukaan akar maka dilakukan inokulasi pada bibit jambu mete umur enam bulan dan tanaman jambu mete sehat umur tiga tahun yang dipelihara dalam drum. Cara inokulasi dilakukan dengan cara pangkal batang atau akar dilukai dengan pisau, selanjutnya potongan akar yang mengandung miselia JAP ditempelkan pada luka tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengamatan Tanaman Sakit di Lapangan

Tabel 2. Hasil pengamatan tanaman jambu mete sakit dari berbagai kriteria gejala

Lokasi kebun	Jumlah tanaman jambu mete sakit pada tiga petak contoh (pohon)					Jumlah tanaman contoh
	Sehat	Ringan	Sedang	Berat	Sangat berat	
Selengan I	107	20	6	10	7	150
Selengan II	104	11	7	17	11	150
Lokok Rangan I	95	14	6	18	17	150
Lokok Rangan II	85	14	11	22	18	150
Lokok Rangan III	78	16	15	17	24	150
Jumlah	469	75	45	84	77	600
Persentase	78,17 %	12,5 %	7,5 %	14 %	12,83 %	

a. Gejala Kerusakan

Hasil pengamatan pada petak contoh di kebun jambu mete Desa Lokok Rangan dan Desa Selengan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Barat dijumpai gejala yang paling awal terlihat adalah tanaman kelihatan agak kusam dan pertumbuhan tanaman agak terhambat, apabila dilakukan pemeriksaan pada akar maka akan terlihat miselium yang baru menempel pada permukaan kulit akar. Tanda-tanda khas ini bisa tampak jelas bila pengamatan dilakukan membelakangi sinar matahari. Gejala demikian dimasukkan dalam kriteria serangan ringan. Gejala kerusakan selanjutnya daun tanaman terutama bagian bawah mulai agak kaku, menguning dan miselium sudah mempenetrasi jaringan akar, tetapi akar belum mengalami kerusakan. Gejala demikian dikategorikan sebagai kriteria serangan sedang. Sedangkan serangan berat apabila tanaman mulai layu, daun-daun di bagian bawah menguning, dan jaringan akar sudah mulai membusuk. Selanjutnya apabila jaringan akar sudah membusuk sampai pangkal batang, miselium terlihat di sekitar bagian yang terinfeksi dan daun mulai berguguran dan tanaman mati, maka gejala ini dikategorikan sebagai kriteria serangan sangat berat. Rangkaian gejala di atas sama seperti gejala serangan JAP pada tanaman karet yang dilaporkan oleh Setjamidjaja (1993) dan Semangun (1994). Hasil pengamatan gejala kerusakan tanaman jambu mete secara lengkap disajikan pada tabel 2.

Dari tabel 2 terlihat bahwa dari semua lokasi kebun ternyata 78,17 % tanaman tidak terserang JAP (sehat), sedangkan menunjukkan gejala ringan 12,5 %, gejala sedang 7,5 %, gejala sedang 14 % dan gejala sangat berat 7,5 %. Untuk persentase tingkat kerusakan tanaman jambu mete oleh JAP disajikan pada tabel 3.

b. Hubungan Tanaman Sakit dengan Rhizomorf dan Basidiokarp

Dari tabel 3 terlihat bahwa hasil pengamatan pada petak contoh di kebun jambu mete Desa Lokok Rangan dan Desa Selengan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Barat menunjukkan bahwa tidak dijumpai basidiokarp pada semua leher akar tanaman jambu mete yang bergejala sakit atau pada akar sakit yang terbuka. Basidiokarp lebih sering dijumpai pada *Crotalaria* sp. dan pohon dadap yang telah mati yang banyak ditanam sebagai pagar hidup di sekeliling kebun. Hasil yang serupa juga dilaporkan oleh Supriadi *et. al.* (2002)

bahwa selama pengamatan JAP di Desa Taloko Kecamatan Sanggar Kabupaten Bima belum pernah ditemukan adanya basidiokarp. Semangun (1994) mengatakan bahwa *Crotalaria* sp. merupakan tanaman yang dikenal sebagai salah satu tanaman indikator penyakit akar putih. Selain itu JAP yang menyerang tanaman karet sering membentuk badan buah (basidiokarp) pada leher akar tanaman sakit atau pada akar sakit yang terbuka. Warna permukaan atas badan buah dapat berubah tergantung pada umur dan kandungan airnya. Pada waktu masih muda berwarna jingga sampai merah kecoklatan, dengan zona berwarna gelap yang agak menonjol. Permukaan bawah berwarna jingga, tepinya berwarna kuning jernih atau putih kekuningan. Kadang-kadang jamur ini membentuk badan buah seperti kerak yang melekat datar pada permukaan kulit batang atau akar. Apabila dibandingkan dengan basidiokarp yang dijumpai pada *Crotalaria* sp. dan dadap maka ada kesamaan ciri-ciri dengan basidiokarp yang ada pada tanaman karet.

Tabel 3. Hasil pengamatan persentase kerusakan tanaman jambu mete, rhizomorf dan basidiokarp.

Lokasi kebun	Kerusakan tanaman (%)	Rhizomorf	Basidiokarp
Selengan I	15,00	Sedikit	Tidak ada
Selengan II	20,00	Sedikit	Tidak ada
Lokok Rangan I	24,67	Sedang	Tidak ada
Lokok Rangan II	29,00	Banyak	Tidak ada
Lokok Rangan III	32,17	Banyak	Tidak ada

Hasil pengamatan terhadap permukaan akar yang sakit dan seresah daun jambu mete yang berserakan di sekitar pangkal batang ternyata terdapat benang-benang miselium jamur (rhizomorf) yang berwarna putih menjalar sepanjang akar dan seresah daun. Disana-sini benang-benang meluas atau bercabang-cabang seperti jala yang pada ujungnya meluas seperti bulu dan melekat erat pada permukaan akar. Kadang-kadang rhizomorf berwarna kekuningan dan di dalam tanah berwarna kemerahan atau kecoklatan.

Hasil pengamatan persentase kerusakan tanaman jambu mete akibat serangan JAP berkisar antara 15 % - 32,17 %.

c. Hubungan Umur Tanaman dengan Tingkat Kerusakan, populasi JAP dan Kelebatan gulma

Pada tabel 4 terlihat bahwa serangan JAP pada petak pengamatan kebanyakan terjadi pada tanaman jambu mete pada umur >7 - ≤9 tahun dan >11 tahun dengan tingkat serangan 15,00 % - 24,67 %. Sedangkan pada tanaman jambu mete yang berumur ≥3 - ≤5 tahun, >5 - ≤7 tahun dan >7 - ≤9 tahun tingkat serangan relatif lebih rendah yaitu masing-masing 15,00 %, 20,00 % dan 24,67 %. Hal ini berarti semakin tua umur tanaman jambu mete maka tingkat serangan JAP semakin tinggi. Keadaan ini diduga erat kaitannya dengan kelebatan tumbuhan

penutup tanah seperti rumput dan kacang yang ada di kebun. Pada tanaman yang masih muda yang berumur ≤ 9 tahun kelembatan gulma tergolong sedang dari jenis rumput dan kacang, sedangkan pada tanaman yang berumur > 9 tahun kelembatan gulma tergolong jarang dan sebagian besar permukaan tanah tertutup dengan seresah daun jambu mete yang gugur. Menurut Semangun (1994), tanaman penutup tanah kacang di kebun muda dapat mengurangi serangan JAP. Pada pembukaan kebun karet,

setelah tanaman tua dibersihkan ditanami dengan campuran *Pueraria phaseolo-ides*, *Centrosema pubescens*, *Calopogonium mucunoides*, dan *Psophocarpus palustris*, atau *Calopogonium caeruleum*, dapat mempercepat pembusukan sisa-sisa akar yang dapat menjadi sumber infeksi, karena tanaman penutup tanah dapat mempertahankan kelembaban tanah yang dapat meningkatkan kegiatan saprofit tanah. Selain itu akar-akar tanaman penutup tanah ini dapat memecah sumber-sumber infeksi.

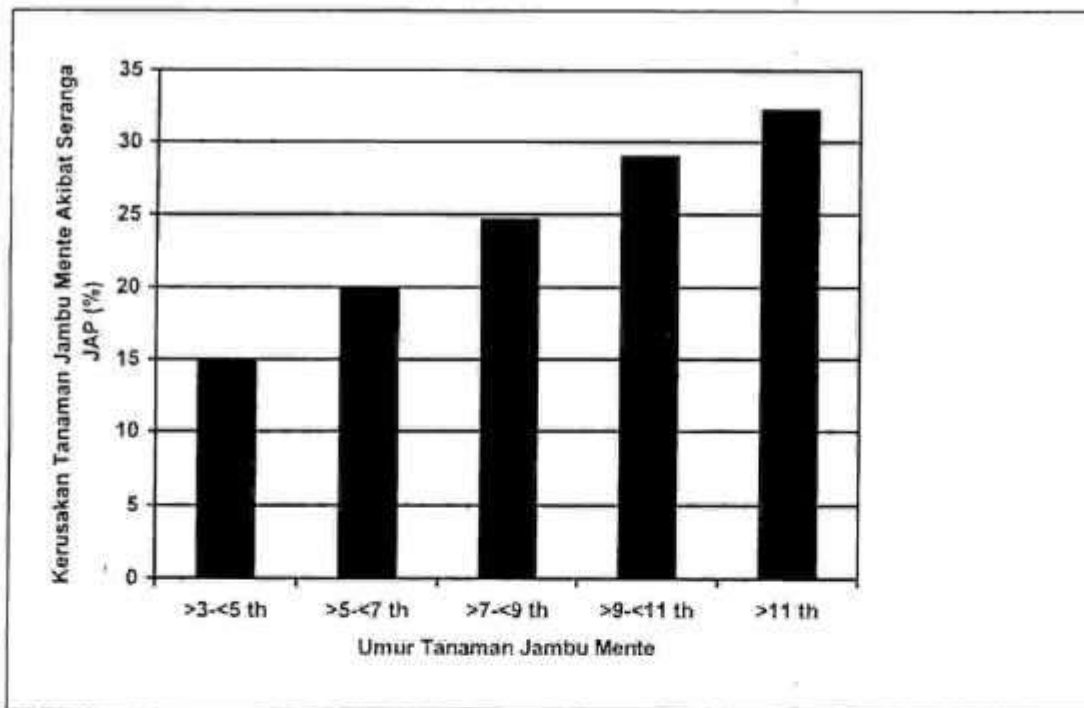
Tabel 4. Hubungan umur tanaman dengan kerusakan tanaman jambu mete akibat serangan JAP, populasi propagul JAP dan kelembatan gulma

Lokasi	Umur tanaman (tahun)	Kerusakan tanaman (%)	Populasi propagul JAP (gram tanah)	Kelembatan gulma
Selengan I	$\geq 3 - \leq 5$	15,00	5×10^3	sedang (rumput, kacang)
Selengan II	$> 5 - \leq 7$	20,00	7×10^3	sedang (rumput, kacang)
Lokok Rangan I	$> 7 - \leq 9$	24,67	7×10^3	sedang (rumput, kacang)
Lokok Rangan II	$> 9 - \leq 11$	29,00	15×10^4	jarang (kacang, seresah)
Lokok Rangan III	> 11	32,17	17×10^4	jarang (kacang, seresah)

Dari tabel 4 jelas terlihat bahwa peranan penutup tanah dapat mengurangi persentase kerusakan jambu mete akibat serangan JAP, karena dengan adanya penutup tanah ini dapat mengurangi populasi propagul JAP dalam tanah. Pada lokasi kebun jambu mete dengan kelembatan penutup tanah sedang populasi JAP lebih rendah sekitar 7×10^3 propagul JAP/gram

tanah, sedangkan pada lokasi dengan kelembatan penutup tanah jarang populasi JAP relatif lebih tinggi yaitu 17×10^4 .

Untuk melihat hubungan yang jelas antara umur tanaman jambu mete dengan tingkat kerusakan tanaman jambu mete akibat serangan JAP dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Hubungan kerusakan tanaman jambu mete akibat serangan JAP dengan umur tanaman

d. Pola Penyebaran Tanaman Sakit

Pola penyebaran tanaman jambu mete yang terserang JAP pada petak pengamatan tertentu mengikuti barisan tertentu seperti yang terlihat pada gambar 2.

Pada gambar 2 terlihat bahwa pola penyebaran tanaman sakit ternyata tidak selalu membentuk pola lingkaran dengan pusat berupa tanaman yang menunjukkan gejala berat atau sangat berat/mati. Pola penyebaran tanaman sakit dapat menurut garis lurus, namun paling sering dijumpai tanaman sakit dengan pola tidak teratur. Hal ini diduga berkaitan dengan letak sumber inokulum dalam tanah yang kontak dengan akar tanaman dan kesempatan terjadinya kontak sumber inokulum dengan akar. Supriadi *et. al.* (2002) melaporkan pula bahwa pola penyebaran tanaman sakit yang

tidak teratur ini dijumpai di Desa Beringin Jaya Kecamatan Pekat Kabupaten Dompu.

Sering terlihat adanya tanaman sehat di antara tanaman sakit ataupun tanaman mati. Hal ini menunjukkan bahwa faktor lingkungan sangat berperan dalam penularan JAP. Menurut Kerr (1979), pola penyebaran tanaman sakit yang berkelompok, umum terjadi pada patogen yang penularannya melalui tanah. Hal ini memperkuat dugaan bahwa infeksi JAP pada jambu mete terjadi terutama melalui akar. JAP dapat menular melalui perantara rhizomorf yang dapat menjalar pada permukaan akar dan dalam tanah. Lamanya jamur akar putih bertahan dalam tanah tergantung dari banyak sedikitnya sisa-sisa kayu yang tertinggal dalam tanah dan dari berbagai faktor yang mempengaruhi pembusukan. JAP terutama menular karena adanya kontak langsung antara akar tanaman sehat dan sakit atau dengan kayu-kayu yang mengandung JAP.

Lokasi kebun jambu mete	Petak contoh		
	I	II	III
Selengan I	0-+000-00 0-0000-000 0-x+00-000 000●00--00 000●000000	- - - + 000000 ●000000000 ●00X000-00 ●00X000-00 0000000 ---	0XXX++0000 0●0000000- 0●0000000- 000000000- 00XXX0000
Selengan II	0000000000 000000XXXX 00●0000- - - 00●●++0-00 0000000-00	000++000000 0●●0●●0000 XX000000XX XX--000000 0000000000	-00000000+ -00●0●000+ -00●0●000+ -XXXX00000 00000000XX
Lokok Rangan I	0●000- -0-- 000●000000 000●●++X00 0000X0000 0000●XXXX0	0000●00000 0000●00000 0 - - - + 000 000X●XX00- 000X●XX00-	00●0000000 0● - - XX00●● 0000X00000 0000X - - + 00 0000X00+00
Lokok Rangan II	0●000- -0-- 0000++000 000●●++X00 00●00XXXX0 00●00XXXX0	+000●00000 +000●00000 +00---000 0XXX00000- 0XXX00000-	0●●0000000 0● - - XX00●● 0000X00000 0000X - - ++ 0000XXX+00
Lokok Rangan III	0●0000- - - 000X●●000 000●●++X++ 0000XXXX0 00000●●●X0	0000X●000 0000X●●++ 0 - - - - + 0 000X●000- 000X●000-	00●++0000 0● - - XX00●● 0●00X00000 0●00X - + 00 0●00X00+00

Gambar 2. Pola penyebaran tanaman jambu mete yang terserang JAP pada petak contoh (50 tanaman) dengan umur tanaman yang berbeda, o = tanaman sehat, - = gejala ringan, + = gejala sedang, x = gejala berat, dan ● = gejala sangat berat/mati

2. Pengamatan Biologi JAP di Laboratorium dan Patogenesis JAP di Rumah Kaca

a. Biologi JAP

Pada cawan petri yang berisi PDA, isolat JAP membentuk koloni yang berwarna putih, terjalin rapat dan padat, Pertumbuhannya sangat cepat, pada hari ketiga setelah inokulasi telah menutupi seluruh permukaan cawan petri yang berdiameter 9 cm. Pada medium PDA tidak terlihat adanya pembentukan basidiokarp. JAP membentuk basidiospora berbentuk bulat, tidak berwarna, dengan garis tengah 2,9 - 5,2 µm. Basidium pendek lebih kurang 16 x 4,4 - 5,1 µm, tidak berwarna dan mempunyai 4 sterigma. Di antara basidium-basidium terdapat banyak sistidium yang berbentuk gada, berdinding tipis dan tidak berwarna. JAP mempunyai hifa yang bersekat dan adanya pertumbuhan yang keluar dari hifa atau hubungan ketam (*clamp connection*) dalam bentuk tongkat. Deskripsi JAP yang diperoleh dari penelitian ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Semangun (1994).

Basidiokarp yang diambil dari *Clotalaria* pada waktu masih muda berwarna

jingga sampai merah kecoklatan, dengan zona berwarna gelap yang agak menonjol. Permukaan bawah berwarna jingga, tepinya berwarna kuning jernih atau putih kekuningan. Jamur ini membentuk badan buah seperti kerak yang melekat datar pada permukaan kulit batang atau akar. Lapisan atas badan buah terdiri dari benang-benang jamur yang terjalin rapat berwarna kuning jingga, tebalnya 2,8 - 4,4 µm dan mempunyai banyak sekat yang tebal, dibawahnya terdapat pori kemerahan atau kecoklatan dengan garis tengah 45 - 81 µm dan panjang 0,6 - 1,0 µm meskipun kadang-kadang sampai 14,2 µm. Basidiospora banyak dibentuk pada badan buah (basidiokarp) yang masih muda. Ciri-ciri basidiokarp yang dijumpai pada *Clotalaria* dan pohon dadap yang digunakan sebagai pagar hidup di kebun jambu mete pada lokasi penelitian mempunyai ciri-ciri yang serupa dengan yang dijumpai pada pohon karet seperti yang dikemukakan oleh Semangun (1994).

b. Patogenesis JAP

Hasil inokulasi isolat JAP pada potongan akar jambu mete menunjukkan pertumbuhan miselia yang berwarna putih pada permukaan akar, sedangkan inokulasi

pada akar bibit jambu mete umur enam bulan tidak menunjukkan gejala, inokulasi pada akar tanaman jambu mete umur tiga tahun menunjukkan gejala berupa miselia berwarna putih. Uji patogenisitas yang dilakukan oleh Supriadi *et. al.* (2002) menunjukkan bahwa isolat JAP yang diinokulasi pada bibit jambu mete umur tiga bulan tidak memperlihatkan gejala penyakit. Menurut Semangun (1994), agar dapat mengadakan infeksi pada akar sehat, JAP ini harus mempunyai alas makanan (*Food base*) yang cukup. Oleh karena itu inokulasi pada bibit tidak menunjukkan gejala karena alas makanan belum tersedia. Sedangkan pada tanaman umur tiga tahun infeksi terjadi setelah miselia mencapai akar tanaman sehat, rhizomorf terlebih dahulu tumbuh secara epifitik pada permukaan akar sampai agak jauh sebelum mengadakan penetrasi ke dalam akar. Kemajuan infeksi di dalam akar ditentukan oleh kemajuan rhizomorf pada permukaan akar yang bersangkutan. Rhizomorf tidak dapat tumbuh baik pada permukaan akar yang berada di luar tanah. Infeksi JAP lebih mudah terjadi melalui luka atau lentisel. Seterusnya jamur masuk ke dalam kayu melalui jari-jari empelur.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Pada permukaan akar yang sakit dan seresah daun jambu mete terdapat banyak rhizomorf yang berwarna putih. Tidak dijumpai basidiokarp pada leher akar tanaman jambu mete yang bergejala sakit atau pada akar sakit yang terbuka.
2. Semakin tua umur tanaman jambu mete maka tingkat serangan JAP semakin tinggi. Demikian pula semakin lebat tumbuhan penutup tanah maka populasi JAP dalam tanah semakin berkurang dan tingkat kerusakan tanaman juga menjadi berkurang.
3. Pola penyebaran tanaman sakit tidak selalu membentuk pola lingkaran dengan pusat berupa tanaman dengan gejala berat atau mati, tetapi ada indikasi bahwa penyakit ditularkan melalui kontak akar tanaman sakit dengan tanaman sehat di sekitarnya.
4. JAP membentuk basidiospora berbentuk bulat, tidak berwarna, dengan garis tengah 2,9 - 5,2 μm . Basidium pendek lebih kurang 16 x 4,4 - 5,1 μm , tidak berwarna dan mempunyai 4 sterigma. JAP mempunyai hifa yang bersekat dan adanya pertumbuhan yang keluar dari hifa atau hubungan ketam (*clamp connection*) dalam bentuk tongkat.
5. Inokulasi isolat JAP pada akar bibit jambu mete umur enam bulan tidak menunjukkan gejala, sedangkan inokulasi pada akar tanaman jambu mete umur tiga tahun menunjukkan gejala berupa busuk akar dan adanya miselia berwarna putih.

Saran

Berdasarkan informasi ekobiologi JAP yang diperoleh dari penelitian ini maka diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk menyusun strategi pengendalian JAP secara terpadu dan penentu kebijakan dalam pengembangan jambu mete di NTB.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya, N. dan I. G. R. M. Temaja. 1996. Pengendalian biologi penyakit jamur akar putih pada tanaman jambu mete. Seminar Pengendalian Penyakit Utama Tanaman Industri, Balitro - JICA, Cisarua Bogor. 15 hal.
- Disbun Tingkat I NTB. 1995. Laporan hasil pengamatan areal jambu mete yang terserang jamur akar putih. Mataram.
- Disbun NTB, 2003. Laporan pengamatan OPT tanaman perkebunan dan taksasi kehilangan hasil dan kerugian hasil komoditi perkebunan akibat serangan OPT di NTB posisi Desember 2002. Dinas Perkebunan Propinsi NTB Mataram. 15 hal.
- Kerr, A. 1980. Dispersal of plant pathogens by vectors, pp. 219 - 227. *In*. J. F. Brown, ed. Plant Protection. Australia Vice Chancelors Commitee, Melbourne.
- Semangun, H. 1994. Penyakit-penyakit tanaman perkebunan di Indonesia. Gadjah Mada Univ. Press. Yogyakarta. hal 317.

Setjamidjaja, D. 1993. Karet, budidaya dan pengolahan. Kanisius, Yogyakarta. 100 - 103.

Sudantha, I. M. 2001. Survey lapangan perkembangan jamur akar putih pada tanaman jambu mete di Desa Lokon Rangan Kecamatan Kayangan Kabupaten Lombok Barat. Fakultas Pertanian Universitas Mataram. 20 hal.

Supriadi, Siswanto, E. Karmawati, S. Rahayuningsih, D. Sitepu, E. M. Adhi, E. A. Wikardi, Wiratno, T. E. Wahyono dan C. Sukmana, 2002. Pengelolaan ekosistem tanaman jambu mete berdasarkan teknologi PHT. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. 50 hal.

Reaksi Ketahanan Beberapa Varietas dan Galur Harapan Padi (Hasil Persilangan Varietas Lokal NTB dan IR 36) Terhadap Penyakit Tungro

*Resistant Reaction Of Several And Expected Lines Of Rice (Resulted From
Crossing Ntb Local Variety And Ir 36)
To Tungro Disease*

RUTH STELLA PETRUNELLA THEI DAN I MADE SUDANTHA

Program Studi Hama dan Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian UNRAM
Jl. Pendidikan No. 37 Mataram 83125 Telp. (0370) 640744

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah Untuk mengetahui apakah beberapa varietas dan galur harapan padi (hasil persilangan varietas lokal NTB "Keta Monca" dengan IR 36) tahan terhadap penyakit tungro dan vektornya. Penelitian menggunakan metode ekperimental dengan percobaan lapangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan perlakuan terdiri dari 14 aras yaitu varietas Cisedane, IR 36, IR 64, varietas lokal NTB "Keta Monca", GH3+, GH15, GH24/2, GH28, GH29, GH32, GH44, GH45, GH49, dan GH50. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Analisis Keragaman yang dilanjutkan dengan uji BNJ 0,05. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1). Galur yang bereaksi tahan yaitu G15, G24/2, G44 dan G50 yang sama keatahanannya dengan Keta Monca (tetua persilangan), galur bereaksi agak tahan yaitu G3+, G28, G29, G32, G45 yang sama dengan IR 36 (tetua persilangan), dan galur bereaksi agak peka yaitu G49 yang sama dengan IR64 serta varietas Cisedane bereaksi peka terhadap penyakit tungro (kontrol). (2) Semua galur kurang disukai oleh wereng hijau yang ditunjukkan dengan populasi yang rendah yang sama dengan tetua persilangannya (IR 36 dan Keta Monca). Sedangkan varietas IR 64 disukai oleh wereng hijau dan Cisedane sangat disukai oleh wereng. (3). Galur yang mempunyai potensi hasil baik yaitu G15, G24/2, G44 dan G50 yang ditunjukkan dengan bobot gabah kering panen tinggi melebihi tetua persilangannya.

Kata kunci: varietas, galur harapan, penyakit tungro

ABSTRACT

The objectives of this research was to determine varieties and expected lines of rice (Resulted from crossing between NTB local variety and IR 36) that were resistance to tungro disease and its vector. This research used experimental method with field experiment and used Randomized Complete Block Design with treatment that consisted of 14 levels i.e.: Cisedane variety, IR 36, IR 64, NTB local variety "Keta Monca", G3+, G15, G24/2, G28, G29, G32, G44, G45, G49, and G50. Each treatment was replicated three times. Observed data was analyzed using Analysis of Variance and Honestly Significant Difference (HSD) at 5 % significant level. The results of this research showed that: (1). Lines that were resistant i.e.: G15, G24/2, G44 and G50 the same as Keta Monca (crossing parent), lines less resistant i.e.: G3+, G28, G29, G32 and G45 the same as IR 36 (crossing parent), and line less susceptible i.e.: G49 the same as IR 64 and Cisedane variety susceptible to tungro disease (control). (2). All lines evaluated was less attractive for the green leafhopper that was indicated by low population the same as crossing parents (IR 36 and Keta Monca), while IR 64 variety was liked by the green leafhopper and Cisedane variety was very liked by the green leafhoppe. (3) Lines that had high yield potential i.e.: G15, G24/2, G44 and G50 indicated by weight of dry unhulled rice that was high over their crossing parents.

Key words: variety, line expected, tungro disease

PENDAHULUAN

Penyakit tungro yang disebabkan oleh *Rice Tungro Virus* (RTV) merupakan salah satu penyakit pada tanaman padi yang sering menyebabkan kegagalan panen. Virus tungro ditularkan oleh wereng hijau terutama *Nephotettix virescens* dan serangannya pada tanaman muda dapat menurunkan hasil padi sampai 80 %, selain itu umur tanaman bertambah panjang dan malai tidak masak bersamaan sehingga sulit dipanen (Fachruddin, 1980).

Penyakit tungro telah berkembang di beberapa daerah di Indonesia seperti Jawa Timur, Jawa Tengah, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, Sumatera Barat, Sulawesi Selatan, Bali dan Nusa Tenggara Barat (Manwan, Sama dan Hasanuddin, 1982). Di Sulawesi Selatan kerugian yang ditimbulkan akibat serangan virus tungro mencapai Rp 11,64 milyar dengan luas serangan 43.151 ha (Manwan, 1983).

Di Nusa Tenggara Barat (NTB) serangan virus tungro pertama kali terjadi pada tahun 1979 yang mengakibatkan rusaknya tanama padi seluas 16.278 ha, dan serangan virus tungro ini sampai dengan tahun 1994 belum bisa diatasi, hal ini terlihat dari luas serangan mencapai 1.177,500 ha (Sumbawanto, Subagio dan Raka, 1995). Sampai dengan musim tanam 1998/1999 luas serangan virus tungro di NTB terus bertambah menjadi 14.675,00 ha; dari luas ini yang mengalami puso seluas 6.101,31 ha; rusak berat seluas 2.563,86 ha; rusak sedang seluas 4.408,89 ha dan rusak ringan seluas 1.600,94 ha. Luasnya serangan ini disebabkan karena kebijakan pelonggaran pola pergiliran tanam (IP 300 padi) yang diberlakukan pada MK II 1998 sehingga terjadi peningkatan intensitas tanam padi yang diperkirakan menjadi pemicu utama perkembangan penyakit tungro pada musim tanam berikutnya MT 1998/1999 (Murdan dan Fauzi, 1999).

Penggunaan varietas yang tahan dalam penanggulangan penyakit tungro merupakan cara yang paling efektif, namun kenyataannya di lapangan menunjukkan bahwa varietas yang dianjurkan setelah ditanam beberapa musim akhirnya menjadi rentan. Selama lima tahun terakhir (Tahun 1993/1994 s.d. 1997/1998) di NTB lebih dari 60 % petani menanam varietas yang kurang tahan terhadap penyakit tungro (misalnya IR

64, krueng Aceh, Atomita dan Cilosari), namun disukai oleh petani karena mempunyai rasa nasi enak. Sedangkan 20 % petani menanam varietas/galur lokal karena rasa nasi yang enak, dan hanya 20 % menanam varietas tahan (seperti IR 56, IR 66, IR 70, IR 72 dan IR 74) yang kurang disukai oleh petani karena rasa nasi kurang enak, dan saat ini varietas-varietas tersebut telah patah ketahanannya (Murdan dan Fauzi, 1999). Menurut Sama (1980), patahnya ketahanan padi terhadap tungro dapat disebabkan karena vektornya telah beradaptasi dengan varietas tersebut, atau pada saat itu tekanan penyakit terlalu berat (Hasanuddin, Koesnang dan Baharuddin, 1983). Sama dan Rizvi (1985) mengemukakan bahwa daur hidup wereng hijau pada suatu varietas tidak selalu sama bila varietas tersebut ditanam di lokasi lain. Hal ini menunjukkan bahwa koloni wereng hijau berbeda pada setiap lokasi.

Dari 35 varietas padi lokal NTB yang pernah diuji di rumah kaca ternyata semuanya menunjukkan sangat tahan terhadap virus tungro (Stella dan Sudantha, 1996). Dari enam varietas lokal (Siye, Keta Monca, Reket Samong, Lasa Bokar, Reket Nangka dan Rau) yang dicoba pada kondisi lapang ternyata semuanya menunjukkan reaksi tahan (Stella dan Sudantha, 1998). Dari evaluasi 63 varietas padi lokal NTB dipilih 15 macam zuriat F1, dan telah berhasil dipilih zuriat F1 terbaik dari satu asal persilangan yakni persilangan antara varietas lokal Keta Monca dengan IR 36, yang kemudian dikembangkan sebagai material dalam seleksi bulk, sehingga pada F10 diperoleh 10 galur harapan yaitu G3+, G15, G24/2, G29, G33, G44, G45, G47, G50 dan G55. Galur-galur ini dapat ditanam sebagai padi sawah maupun sebagai padi gogo, berdaya hasil tinggi dan rasa nasi enak (Kantun, Budianto, Sudantha dan Sudika, 1997). Galur-galur ini sebelum dilepas menjadi varietas padi unggul nasional perlu dievaluasi ketahanannya terhadap penyakit tungro di lapangan.

Ketahanan varietas padi terhadap penyakit tungro dapat terjadi karena dua hal yang berbeda, yaitu: Ketahanan terhadap vektor dan ketahanan terhadap virus. Hingga saat ini telah banyak diteliti ketahanan berbagai varietas padi terhadap penyakit tungro hanya berdasar pada peranan vektor, tetapi ketahanan terhadap virus belum banyak diketahui.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan ternyata varietas dan galur yang ditanam sangat erat hubungannya dengan timbulnya penyakit tungro di lapangan, dengan demikian maka perlu dilakukan evaluasi ketahanan beberapa varietas dan galur harapan padi (hasil persilangan antara varietas lokal NTB dan IR 36) terhadap penyakit tungro di lapangan.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah: Untuk mengetahui apakah beberapa varietas dan galur harapan padi (hasil persilangan antara varietas lokal NTB "Keta Monca" dengan IR 36) tahan terhadap penyakit tungro dan vektornya sesuai dengan sifat ketahanan tetuanya. Hasil penelitian ini diharapkan akan menghasilkan keluaran yang berupa informasi bagi pemulia tanaman dalam upaya pengembangan varietas padi unggul Nasional yang berdaya hasil tinggi dan tahan terhadap wereng hijau dan virus tungro dengan memanfaatkan sumber plasma nutfah varietas padi lokal NTB dan galur harapan.

METODE PENELITIAN

Rancangan Penelitian

Percobaan ini dilaksanakan di lahan sawah milik petani di Lingkungan Gebang Baru Kelurahan Pagesangan Kecamatan Mataram Kabupaten Lombok Barat yang merupakan daerah endemis serangan virus tungro dan wereng hijau sebagai vektor. Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 14 varietas dan galur (P) sebagai perlakuan. Penempatan perlakuan pada setiap unit percobaan dilakukan secara acak di setiap kelompok/blok. Setiap perlakuan diulang tiga kali, sehingga terdapat 42 unit percobaan. Adapun perlakuannya adalah: varietas Cisadane (T_0), IR 36 (tetua T_2 dan tetua persilangan), IR 64 (tetua T_3), Keta Monca (tetua persilangan), galur harapan G3+, G15, G24/2, G28, G29, G32, G44, G45, G49 dan G50.

Pelaksanaan Percobaan

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pengolahan tanah, kemudian dilakukan pembuatan petak-petak percobaan dengan ukuran petak adalah 2 m x 2 m, jarak antar petak 50 cm dan jarak antar blok 75 cm. Penyemaian benih dilakukan 21 hari sebelum tanam sesuai dengan varietas/galur yang diuji dan jarak tanam yang akan digunakan adalah 20 cm x 20 cm dengan 2 bibit per lubang tanam.

Pemupukan menggunakan 300 kg urea/ha, 100 kg SP36/ha dan 50 kg KCl/ha. Pupuk urea diberikan dua kali, yaitu pada saat tanam sebanyak 150 kg/ha bersamaan dengan pemberian TSP dan KCl, dan pada saat tanaman berumur 25 hari yaitu bersamaan dengan saat penyiangan. Penyiangan dilakukan sejak tanaman berumur 2 minggu sejak tanam kemudian dilanjutkan setiap 10 hari sekali sampai tanaman berumur 60 hari (menjelang pembungaan).

Pengendalian hama dan penyakit diluar wereng hijau dan penyakit tungro disesuaikan dengan rekomendasi di lokasi percobaan. Pengairan dilakukan secara teratur setiap minggu sampai tanaman padi berumur 10 minggu setelah tanam.

Pengamatan dilakukan terhadap populasi wereng hijau sebagai vektor pada umur 15, 30 dan 45 hari setelah tanam dengan menggunakan jaring serangga sebanyak 10 kali ayunan ganda tiap-tiap petak percobaan. Persentase serangan tungro dilakukan pada umur 15, 30 dan 45 hari setelah tanam dengan menghitung jumlah tanaman sakit tiap-tiap petak. Untuk menilai reaksi masing-masing varietas terhadap penyakit tungro digunakan *Standard Evaluation System For Rice* (Anonim, 1980) seperti yang disajikan pada tabel 1. Selain itu diamati pula komponen pertumbuhan dan hasil seperti tinggi tanaman, jumlah anakan maksimum, jumlah anakan produktif, dan bobot gabah kering panen per petak dan per ha.

Tabel 1. Nilai skala kerusakan tanaman padi oleh serangan virus tungro

Nilai Skala	Persentase Serangan (P)	Reaksi Ketahanan
0	Tidak ada serangan	Sangat Tahan
1	$P \leq 1\%$	Tahan
2	$2\% < P \leq 5\%$	Tahan
3	$6\% < P \leq 10\%$	Tahan
4	$11\% < P \leq 20\%$	Agak Tahan
5	$21\% < P \leq 30\%$	Agak Tahan
6	$31\% < P \leq 40\%$	Agak Peka
7	$41\% < P \leq 60\%$	Agak Peka
8	$61\% < P \leq 80\%$	Peka
9	$81\% < P \leq 100\%$	Sangat Peka

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan Analisis Ragam pada taraf nyata lima persen, kemudian apabila antar perlakuan berbeda nyata (signifikan) yang ditunjukkan dengan F hitung $> F$ tabel berarti paling sedikit ada dua perlakuan dengan nilai tengah yang berbeda. Untuk mengetahui antar perlakuan mana yang berbeda nyata maka dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Jujur pada taraf yang sama.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rata-rata hasil pengamatan perkembangan penyakit tungro dan reaksi ketahanan pada beberapa varietas dan galur harapan padi pada umur 15 hst, 30 hst dan 45 hst dan hasil analisis uji BNJ pada taraf nyata lima persen disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan penyakit tungro dan reaksi ketahanan beberapa varietas dan galur harapan padi

No.	Varietas/Galur Harapan Padi	Intensitas penyakit tungro					
		15 hst		30 hst		45 hst	
		%	Reaksi	%	Reaksi	%	Reaksi
1.	Cisadane (T_0)	10,33 c *)	AT	41,00 c*)	AP	81,67 d*)	P
2.	IR-36 (T_2)	2,67 a	T	5,00 a	T	14,67 b	AT
3.	IR-64 (T_3)	4,67 b	T	17,33 b	AT	33,00 c	AP
4.	Keta Monca (T_x)	3,00 ab	T	3,00 a	T	8,33 a	T
5.	G3+	5,00 b	T	20,00 b	AT	26,33 bc	AT
6.	G15	2,67 a	T	2,00 a	T	7,33 a	T
7.	G24/2	2,33 a	T	2,33 a	T	8,67 a	T
8.	G28	2,00 a	T	7,00 a	T	15,33 b	AT
9.	G29	4,00 ab	T	7,33 a	T	14,67 b	AT
10.	G32	2,67 a	T	7,67 a	T	13,67 b	AT
11.	G44	3,67 ab	T	5,00 a	T	4,33 a	T
12.	G45	4,67 b	T	17,67 b	AT	18,33 b	AT
13.	G49	2,33 a	T	20,00 b	AT	36,33 c	AP
14.	G50	3,33 a	T	7,33 a	T	9,67 a	T

Keterangan: *) Angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05
P = Peka, AP = Agak Peka, T = Tahan, AT = Agak Tahan

Pada tabel 2 terlihat bahwa pada umur 15 hst semua galur harapan padi yang diuji berbeda nyata dengan Cisadane (kontrol peka), namun tidak berbeda nyata dengan IR 36 dan Keta Monca yang merupakan tetuanya (T_2). Apabila dilihat kategori ketahanan terhadap penyakit tungro ternyata semua varietas dan galur harapan padi yang diuji tergolong tahan, sedangkan Cisadane tergolong agak tahan. Reaksi ketahanan terhadap tungro ini berubah seiring dengan bertambahnya umur tanaman yaitu Cisadane pada umur 30 hst berubah menjadi agak peka dengan intensitas penyakit tungro 41,00 % dan pada umur 45 hst menjadi peka dengan intensitas penyakit 81,67 % yang berbeda nyata dengan varietas IR 36, IR 64, Keta Monca dan semua galur harapan padi yang diuji. Hal ini dapat terjadi karena Cisadane tidak memiliki gen ketahanan terhadap penyakit tungro. Menurut Sama *et. al.* (1983), Cisadane termasuk dalam kelompok padi T_0 yaitu tanpa tetua tahan tungro, sedangkan varietas IR 36 termasuk kelompok T_2 yaitu mengandung tetua tahan tungro Ptb 18 dan varietas IR 64 termasuk kelompok T_3 yaitu mengandung tetua tahan tungro GP 15.

Varietas IR 64 walaupun mengandung tetua tahan tungro GP 15 dan IR 36 mengandung tetua tahan Ptb 18 ternyata pada percobaan ini masing-masing bereaksi agak peka dan agak tahan, sedangkan Keta Monca bereaksi tahan terhadap penyakit tungro. Perubahan reaksi terhadap penyakit tungro ini diduga erat kaitannya dengan kemampuan dari wereng hijau sebagai vektor virus tungro beradaptasi dengan varietas tersebut. Menurut Sri Suharni Siwi dan Tantera (1982), banyak faktor yang menyebabkan terjadinya *break down of resistance* antara lain: tingginya populasi vektor di lapang, musim tanam, sumber

inokulum, varietas padi, dan faktor lingkungan biotik dan abiotik. Selain itu menurut Murdan dan Fauzi (1999), varietas IR 64 merupakan salah satu varietas yang dominan ditanam sepanjang musim, sehingga ketahanannya terhadap tungro menjadi berkurang.

Dari 10 galur padi yang dievaluasi terhadap penyakit tungro ternyata ada empat galur yang bereaksi tahan yang sama dengan Keta Monca sebagai tetuanya yaitu G15, G24/2, G44 dan G50, ada lima galur yang bereaksi agak tahan yang sama dengan IR 36 sebagai tetuanya yaitu G3+, G28, G29, G32, G45, sedangkan satu galur bereaksi agak peka yaitu G49 yang tingkat ketahanannya sama dengan IR64. Stella dan Sudantha (1996 dan 1998) melaporkan bahwa varietas Keta monca pada percobaan rumah kaca bereaksi sangat tahan terhadap penyakit tungro dan bereaksi tahan terhadap tungro pada percobaan lapangan.

Secara umum tanaman peka yang terserang virus tungro memperlihatkan daun berwarna kuning sampai jingga, tanaman memendek dan jumlah anakan berkurang. Gejala tersebut mulai terlihat pada tanaman berumur 15 hari dan terus berlanjut sampai 45 hari setelah tanam (hst) dan setelah itu tidak ada lagi penambahan tanaman yang terinfeksi. Menurut Tantera (1976), masa peka tanaman padi terhadap serangan virus tungro dimulai dari persemaian sampai tanaman berumur 60 hari setelah sebar benih. Hal ini terkait dengan sifat dari wereng hijau yang lebih menyukai tanaman muda dari pada tanaman tua.

Rata-rata hasil pengamatan perkembangan populasi wereng hijau pada beberapa varietas dan galur harapan padi pada umur 15 hst, 30 hst dan 45 hst disajikan dan hasil analisis uji BNJ pada taraf nyata lima persen tertera pada tabel 3.

Tabel 4. Perkembangan populasi wereng hijau pada beberapa varietas dan galur harapan padi

No3	Varietas/Galur Harapan Padi	Populasi wereng hijau (x 10 ayunan jaring serangga)		
		15 hst	30 hst	45 hst
1.	Cisadane	4,00 c *)	7,33 d *)	8,00 d *)
2.	IR-36	0,00 a	2,33 ab	1,67 ab
3.	IR-64	0,67 b	4,00 c	3,00 c
4.	Keta Monca	0,00 a	1,67 a	1,33 ab
5.	G3+	0,33 ab	2,33 b	1,33 ab
6.	G15	0,00 a	1,67 a	1,33 ab
7.	G24/2	0,00 a	1,67 a	0,33 a
8.	G28	0,00 a	2,00 ab	1,33 ab
9.	G29	0,00 a	2,00 ab	1,33 ab
10.	G32	0,00 a	1,67 a	1,00 a
11.	G44	0,00 a	1,33 a	0,67 a
12.	G45	0,00 a	1,67 a	1,00 a
13.	G49	0,33 ab	2,67 b	2,00 b
14.	G50	0,00 a	2,00 ab	0,67 a

Keterangan: *) Angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05

Pada tabel 3 terlihat bahwa perkembangan populasi wereng hijau ada kecenderungan meningkat dari tanaman padi umur 15 hst sampai dengan 30 hst dan menurun pada umur 45 hst kecuali pada varietas Cisadane (kontrol) terus meningkat sampai umur 45 hst. Padat populasi wereng hijau tertinggi pada varietas Cisadane menyusul IR 64, IR 36, Keta Monca dan semua galur yang diuji. Semua galur yang diuji yaitu G3+, G15, G24/2, G28, G29, G32, G44, G45, G49 dan G50 berbeda nyata dengan varietas Cisadane dan IR 64, namun tidak berbeda nyata dengan IR 36 dan Keta Monca yang merupakan tetuanya.

Adanya perbedaan padat populasi wereng hijau pada masing-masing varietas dan galur yang diuji diduga kuat kaitannya *preference* dan kemampuan adaptasi dari wereng tersebut pada varietas dan galur yang diuji. Menurut Sama *et. al.* (1983), varietas Cisadane tergolong peka terhadap wereng hijau semua koloni karena tidak memiliki gen tahan, sedangkan varietas IR 36 tergolong tahan terhadap wereng hijau koloni 3 karena mengandung gen tahan Glh6 dan varietas IR 64 tahan terhadap wereng hijau koloni 4 karena mengandung gen tahan Glh5. Dengan demikian pada percobaan ini dapat dikatakan bahwa koloni wereng hijau di lokasi percobaan tidak didominasi oleh salah satu koloni wereng hijau.

Keterkaitan antara intensitas penyakit tungro dengan wereng hijau dapat dilihat pada tabel 2 dan 3 yaitu setiap varietas dan galur yang diuji memperlihatkan tingkat serangan tungro yang berbeda dengan populasi wereng hijau yang berbeda pula. Pada varietas Cisadane memperlihatkan gejala yang paling parah dengan populasi wereng hijau mencapai 8 ekor/10 kali ayunan jaring serangga, sedangkan varietas IR 36, IR 64, Keta Monca dan galur padi lainnya kurang disukai oleh wereng hijau, sehingga padat populasi wereng hijau rendah dan intensitas penyakit tungro rendah pula. Menurut Tantera (1982), ketahanan varietas padi dapat terjadi karena dua hal, yaitu terhadap vektornya dan reaksi terhadap virus tungro. Kedua sifat ketahanan ini bebas satu sama lain, dikelola oleh gen yang berbeda pula. Ketahanan terhadap vektor dipengaruhi oleh paling sedikit dua hal yaitu *preference* dan atau *antibiosis*. Dalam keadaan populasi vektor yang tinggi dan tidak ada varietas lain yang ditanam, maka ketahanan terhadap virus tungro dapat mengalami *break down*, terutama apabila ketahanan varietas hanya berdasar kepada vektor saja. IRR1 (1982) melaporkan bahwa persentase infeksi penyakit tungro akan tinggi apabila populasi *N. virescens* dengan gen ketahanan yang seragam juga tinggi. Menurut Manwan *et al.* (1987), wereng hijau *N. virescens* pada lokasi yang berbeda mempunyai kemampuan untuk

bertahan hidup tidak selalu sama. Lebih lanjut Horn (1988) mengemukakan bahwa penggunaan varietas tanaman yang mempunyai gen ketahanan yang homogen dalam waktu yang lama dapat menyebabkan munculnya populasi hama yang mampu beradaptasi terhadap tanaman yang memberikan ketahanan tersebut.

Data hasil pengamatan rata-rata jumlah anakan maksimum dan produktif, bobot gabah kering panen perpetak dan per ha pada beberapa varietas dan galur harapan padi dan analisis keragamannya disajikan tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Jumlah anakan maksimum dan produktif beberapa varietas dan galur harapan padi

No.	Varietas/Galur Harapan Padi	Jumlah anakan per rumpun (batang)	
		maksimum	produktif
1.	Cisadane	16,13 b *)	1,53 a *)
2.	IR-36	22,80 d	12,47 cd
3.	IR-64	18,26 c	8,53 b
4.	Keta Monca	18,46 c	9,53 bc
5.	G3+	11,73 a	5,00 b
6.	G15	19,50 cd	12,03 cd
7.	G24/2	19,87 cd	10,27 c
8.	G28	12,40 a	5,87 b
9.	G29	16,06 b	8,13 b
10.	G32	21,00 d	9,73 bc
11.	G44	22,20 d	14,07 d
12.	G45	21,27 d	7,13 b
13.	G49	12,20 a	4,67 b
14.	G50	19,97 cd	11,53 cd

Keterangan: *) Angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05

Pada tabel 4 terlihat bahwa ada perbedaan secara nyata jumlah anakan maksimum dari varietas dan galur yang diuji. Pada percobaan ini terjadi pengurangan jumlah anakan produktif akibat serangan virus tungro. Hal ini dapat dilihat pada varietas yang peka seperti Cisadane anakan maksimum berjumlah 16,13 batang, namun yang mengeluarkan malai sebanyak 1,53 batang atau 9,48 %, sedangkan pada varietas yang agak peka seperti IR64 anakan

maksimum berjumlah 18,26 batang dan yang mengeluarkan malai sebanyak 8,53 batang atau 46,71 %. Untuk varietas yang agak tahan seperti IR 36 anakan maksimum berjumlah 22,80 batang dan yang mengeluarkan malai sebanyak 12,47 batang atau 54,69 %, sedangkan galur yang tahan seperti G44 anakan maksimum sebanyak 22,20 batang dan yang mengeluarkan malai sebanyak 14,07 batang atau 63,38 %.

Tabel 5. Bobot gabah kering panen per petak dan per hektar beberapa varietas dan galur harapan padi

No.	Varietas/Galur Harapan Padi	Bobot gabah kering panen	
		per petak (4 m ²) (kg)	per ha (ton)
1.	Cisadane	0,40 a *)	1,00 a *)
2.	IR-36	1,63 c	4,06 c
3.	IR-64	1,37 b	3,42 b
4.	Keta Monca	1,80 cd	4,50 cd
5.	G3+	1,13 b	2,83 b
6.	G15	1,80 cd	4,50 cd
7.	G24/2	2,10 d	5,25 d
8.	G28	1,30 b	3,25 b
9.	G29	1,20 b	3,00 b
10.	G32	1,70 c	4,25 c
11.	G44	2,17 d	5,42 d
12.	G45	1,43 b	3,58 b
13.	G49	1,20 b	3,00 b
14.	G50	1,80 cd	4,50 cd

Keterangan: *) Angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji BNJ 0,05.

Pada tabel 5 terlihat bahwa semua varietas dan galur yang diuji berbeda nyata dengan Cisadane (kontrol). Galur yang mempunyai hasil tinggi yaitu G15, G24/2, G44 dan G50 yang melebihi dari hasil IR 36 (tetua persilangan), namun hasilnya sama dengan Keta Monca (tetua persilangan). Dengan demikian keempat galur ini berpotensi untuk dikembangkan menjadi varietas unggul nasional karena selain tahan terhadap penyakit tungro dan hama wereng hijau juga mempunyai potensi hasil yang tinggi.

Adanya perbedaan jumlah anakan maksimum, anakan produktif, bobot gabah kering panen dari varietas dan galur yang diuji dapat dimengerti karena terdapat perbedaan reaksi ketahanan terhadap penyakit tungro dan wereng hijau. Hal ini sesuai dengan pendapat Semangun (1990) yang mengatakan bahwa tanaman padi yang menunjukkan gejala sakit tungro biasanya terlambat membentuk bunga, malai kecil atau tidak keluar sama sekali dari upih daun dan gabah menjadi hampa. Dengan demikian mempengaruhi bobot gabah kering panen yang dihasilkan baik perpetak maupun per hektar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada percobaan ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Galur yang bereaksi tahan yaitu G15, G24/2, G44 dan G50 yang sama dengan Keta Monca (tetua persilangan), ada lima galur yaitu G3+, G28, G29, G32, G45 bereaksi agak tahan yang sama dengan IR 36 (tetua persilangan), dan galur bereaksi agak peka yaitu G49 yang sama dengan IR64 serta varietas Cisadane bereaksi peka terhadap penyakit tungro (kontrol)
2. Semua galur yang diuji yaitu G3+, G15, G24/2, G32, G28, G29, G44, G45, G49 dan G50 kurang disukai oleh wereng hijau (*N. virescens*) yang ditunjukkan dengan populasi yang rendah yang sama dengan tetua persilangannya (IR 36 dan Keta Monca). Sedangkan varietas IR 64 disukai oleh wereng hijau dan Cisadane sangat disukai oleh wereng hijau yang ditunjukkan oleh populasi yang sedang dan tinggi di masing-masing petak percobaan.
3. galur yang mempunyai potensi hasil yang baik yaitu G15, G24/2, G44 dan G50 yang ditunjukkan dengan bobot gabah kering panen yang tinggi melebihi tetua persilangannya.

Dari hasil percobaan yang diperoleh maka perlu dilakukan uji multilokasi dan uji waktu tanam untuk G15, G24/2, G44 dan G50 pada beberapa daerah endemis serangan tungro di NTB agar diperoleh galur yang mempunyai ketahanan stabil terhadap penyakit tungro dan wereng hijau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis ucapkan kepada Direktur Binlitabmas Dirjen Dikti dan Ketua Lembaga Penelitian Universitas Mataram yang telah memberikan dana melalui Bagian Proyek Peningkatan Penelitian Pendidikan Tinggi sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penelitian Dosen Muda Nomor: 043/P4T/DPPM/III/2003 tanggal 28 Maret 2003.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1980. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Testing Program. IRRI Philippines. 44 p.
- Fachruddin, 1980. *Bionomi N. virescens* (Distant) (Homoptera, Cicadelloidea: Euscelidae). Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor. Disertasi.
- Hasanuddin, A.; Koesnang dan Burhanuddin. 1983. Pengaruh Varietas dan Insektisida dalam Pengendalian Penyakit Tungro. Balittan Maros.
- Horn, D. J., 1988. Ecological Approach of Pest Management. The Guilford Press New York. 186 – 194.
- IRRI, 1982. Annual Report. IRRI Los Banos, Philipines. 62 – 65.
- Kantun, I. N.; A. Budianto; I. M. Sudantha, I. W. Sudika dan Idris. 1997. Seleksi Bulk (Curah) pada Zuriat Hasil Persilangan Tunggal Antara Padi Gogo Varietas Lokal vs. Varietas IR 36 di Daerah NTB. Fakultas Pertanian UNRAM. 121 hal.
- Manwan, I., S. Sama dan Hasanuddin. 1982. Pengaruh Pergiliran Varietas terhadap Pengendalian Wereng Hijau Sebagai Penular Virus Tungro pada Tanaman Padi. Balittan Maros. 12 hal.
- Manwan, I. 1983. Status Pengelolaan Hama Tanaman Padi di Indonesia. *Dalam: Peranan Hasil Penelitian Padi dan Palawija dalam Pembangunan Pertanian*. Himpunan Makalah Simposium I. Maros. Buku I: 35 - 57.
- Manwan, I., S. Sama and S. A. Rizvi. 1987. Management Strategy to Control Rice Tungro in Indonesia. *In: Proceedings of the Workshop on Rice Tungro Virus*. Maros Research Institute for Food Crops. 92 - 97.
- Murdan dan Fauzi, M. T. 1999. Perkembangan Serangan Penyakit Tungro dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. Prosiding Kongres dan Seminar Ilmiah PFI XV.
- Sama, S. 1980. Laporan Peninjauan Serangan Tungro pada PB 36 di Daerah Bali. Balittan Maros.
- Sama, S.; A. Hasanuddin dan B. Suprihatno. 1983. Penelitian Penyakit Tungro dan Wereng Hijau. Balittan Maros. 37 hal.
- Sama, S. dan S. A. Rizvi. 1985. Penerapan Konsep pergiliran Varietas dalam Pengendalian Hayati Tungro. Risalah Temu Lapang Pengendalian Tungro di Daerah Banyumas, Jateng. 18 - 19 September 1985. Balittan Sukamandi.
- Semangun, H. 1990. Penyakit-Penyakit Tanaman Pangan di Indonesia. Gadjah Mada University Press.
- Sumbawanto, G. B., B. Subagio dan G. Raka. 1995. Perkembangan Penyakit Tungro dan Usaha pengendaliannya di Propinsi Nusa Tenggara Barat. Makalah Seminar Sehari Hasil-Hasil Penelitian di Bidang Perlindungan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Mataram, Mataram. 11 hal.
- Stella R. P. T. dan I M. Sudantha, 1996. Uji Ketahanan Varietas Padi Lokal Daerah NTB terhadap Virus Tungro. Laporan Penelitian Peneliti Muda Fakultas Pertanian UNRAM. Mataram. 20 hal.

Stella, R. P. T., dan I M. Sudantha, 1998. Uji Ketahanan Varietas Padi Lokal NTB Terhadap Penyakit Tungro pada Beberapa Waktu Tanam. Laporan Penelitian Peneliti Muda Fakultas Pertanian UNRAM. Mataram. 30 hal.

Sri Suharni Siwi dan D. M. Tantera. 1982. Pergeseran Dominansi Species Wereng Hijau di Indonesia Serta Kemungkinan Peranannya Dalam Penyebaran Virus Tungro. 57 - 67. *Dalam* Jurnal Litbang Pertanian, 1 (2).

Tantera, D. M., 1976. Hubungan antara Wereng dengan Virus yang Ditularkannya. Seminar Hama Wereng Tanaman Padi, Yogyakarta. 10 hal.

Tantera, D. M., 1982. Serangan Penyakit Tungro di Bali. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 1 (1). 5 hal.

Pengaruh Jenis Larutan dan Lama Perendaman Terhadap Mutu Hasil Pengeringan Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) Dengan Menggunakan *Direct Solar Dryer*

The Effects of Types of Solution and Time Levels of Soaking to Seaweed (*Eucheuma cottonii*) drying product by Using Direct Solar Dryer.

Satrijo Saloko^{*}, Cahyawan Catur E.M.^{**}, M. Junaidi^{*}

^{*} Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mataram

^{**} Laboratorium Mekanisasi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mataram

Jln. Pendidikan 37 Mataram 83125 Telp. (0370) 640744 ext. 24

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penerapan alat pengering sistem *direct solar dryer* (DSD) pada proses pengeringan rumput laut melalui perlakuan awal perendaman pada berbagai jenis larutan dan lama perendaman terhadap mutu rumput laut kering yang dihasilkan.

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan percobaan laboratorium menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial yang terdiri dari jenis larutan perendaman (L1 = larutan kapur 2,5%; L2 = larutan kaporit 0,25% dan L3 = air tawar) dan lama perendaman (P1 = perendaman 2 jam, P2 = perendaman 4 jam dan P3 = perendaman 6 jam). Rumput laut kemudian dikeringkan menggunakan alat pengering sistem DSD. Parameter kualitas yang diamati yaitu kadar air, tekstur dan kadar karagenan. Sedangkan untuk mengetahui kinerja alat pengering sistem DSD digunakan penelitian lapang dengan perbandingan pengeringan menggunakan oven terkendali.

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan alat pengering sistem DSD dengan larutan perendam kapur 2,5% dan lama perendaman 6 jam memberikan rumput laut kering yang terbaik dari segi tekstur dan kadar karagenan serta kenampakan yang lebih bersih dan berwarna putih. Sedangkan kinerja alat pengering sistem DSD memberikan kisaran suhu ruang pengering rata-rata 40,63°C; RH relatif rata-rata sebesar 32,50% dan efisiensi thermal 51,93%. Penggunaan alat pengering sistem DSD mampu memberikan rumput laut kering dengan kadar air rata-rata 25,43% selama 35 jam pengeringan. Hal ini akan memberikan efisiensi dari sisi waktu pengeringan dan kualitas rumput laut kering yang dihasilkan.

Kata kunci : Rumput Laut, Perendaman, Sistem DSD

ABSTRACT

The research aimed to know through the application of drying equipment of Direct Solar Dryer (DSD) system at seaweed through the pretreatment of soaking at solution variation and time levels to produced dry seaweed.

Research method was experimental design by using laboratory experiment with Factorial Completely Randomized Design (CRD) involving soaking solution types (L1 = limestone 2.5 % ; L2 = lime 0.25 %; L3 = natural water) and time levels (P1 = soaking 2 hours; P2 = soaking 4 hours and P3 = soaking 6 hours). Seaweed continually was dried by dryer equipment using DSD System. Investigated quality parameters were water content, texture and carrageen content. And then the performance of dryer equipment of DSD system was used the field experiment and as a comparison was used by controlled hot oven.

The research showed that the use of drying equipment of DSD system by using soaking of limestone 6 hours gave the best quality of dry seaweed best upon texture and carrageen content as well as white color. And then the performance of dryer equipment of DSD system gave range average temperature of 40.63 °C, Average Relative Humidity was 32.50 % and average system thermal efficiency was 51.93 %. The use of dryer equipment of DSD system was able to give dry seaweed with average water content of 25.43 % during 35 drying hours. It would be given more efficient of drying time and quality of produced dry seaweed.

Keywords : Seaweed, Soaking, DSD System.

PENDAHULUAN

Sumber daya kelautan Indonesia dengan luas 5,8 juta km² sangat besar dan beragam baik jenis maupun potensinya. Propinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) dengan luas laut 154.378 km² memiliki potensi sumber daya kelautan yang besar pula. Salah satu komoditas kelautan yang penting di propinsi NTB dan berpotensi untuk dikembangkan adalah rumput laut (BAPPEDA NTB, 1998). Menurut Depperindang NTB (2001), pada semester pertama rumput laut menduduki urutan kedua perolehan devisa sebesar \$ US 692.713, setelah konsentrat tembaga diperingkat pertama. Data produksi rumput laut di NTB (1999) menunjukkan jumlah yang sangat besar yakni 43.862,4 ton (BPS NTB, 2002 dan Kanto, Sahidu, Usman, Margana, 2000).

Rumput laut dibutuhkan masyarakat dalam dan luar negeri untuk berbagai keperluan industri pangan (*ice cream, confectionary, dessert gel pudding*) dan non pangan (kertas, film, kosmetik). Rumput laut memberikan kontribusi sangat besar karena kandungan polisakaridanya terutama agar, karagenan dan alginat (Winarno, 1996). Nilai ekonomis rumput laut akan meningkat setelah dilakukan proses penanganan pascapanen seperti pencucian (perendaman) dan pengeringan (Indriani dan Sumiarsih, 1994).

Dalam perdagangan, produk rumput laut harus memenuhi beberapa kriteria seperti warna, kadar air, kadar karagenan, kelarutan, bentuk, ukuran partikel, dan tidak berbau. Untuk mendapatkan rumput laut yang bermutu baik tersebut perlu diperhatikan saat penanganan pascapanennya seperti proses pencucian dengan perendaman (Istini dan Zalnika, 1991). Menurut Winarno (1996) banyaknya kotoran mengakibatkan larutan karagenan yang terbentuk akan berwarna kotor serta kurang kental. Sedangkan menurut Suryaningrum, Soekarto dan Manullang (1991), proses pencucian dan perendaman pada pascapanen rumput laut dapat mencegah terjadinya degradasi kimia dan meningkatkan kadar rendemen yang dihasilkan.

Proses tersebut dapat dilakukan dengan merendam dalam larutan alkali yaitu berupa larutan kapur 2,5% sehingga akan menghasilkan rumput laut bersih dengan kadar air yang cukup rendah sehingga dapat mencegah terjadinya degradasi kimia dan

biologi. Disamping itu larutan kapur dapat mengikat gugus ester sulfat yang mempunyai sifat hidrofilik sehingga dapat meningkatkan kekuatan gel ekstrak rumput laut (Suryaningrum dkk, 1991). Beberapa peneliti yang lain seperti Istini, Zalnika dan Anggadireja (1985) merendam rumput laut dalam larutan kaporit 0,25% selama 4 – 6 jam, sedangkan Putro (1985) melakukannya dalam larutan kapur 0,4% selama 4 – 6 jam.

Pengeringan merupakan bagian dari kegiatan penanganan pascapanen rumput laut yang masih banyak mengandalkan sinar matahari (*sun drying*) dan dilakukan di atas pasir pantai tanpa alas penjemuran dan membutuhkan waktu 3 – 4 hari, akibatnya akan memberikan kualitas rumput laut kering yang kotor, kusam dan berwarna putih kecoklatan dengan tingkat kekeringan tidak seragam dan masih mengandung kadar air yang cukup tinggi 46% (Kanto, dkk., 2000). Sesungguhnya rumput laut yang berkualitas bisa dihasilkan dengan menggunakan sarana pengeringan yang tepat. Penerapan teknik pengeringan menggunakan alat pengering sistem DSD sangat membantu dari kualitas yang dihasilkan terutama dari aspek kadar air, kebersihan produk, dan waktu pengeringan yang efisien (Saloko, Margana dan Junaidi, 2003).

Teknik pengeringan rumput laut menggunakan sistem DSD melalui perlakuan awal proses perendaman pada berbagai jenis larutan dan lama perendaman merupakan solusi yang dapat memberikan mutu rumput laut kering sesuai standar untuk tujuan ekspor.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Bahan Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil-hasil Pertanian dan Laboratorium Mekanisasi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mataram serta untuk data proses pengeringan diambil dari alat Pengering Sistem DSD yang sudah terpasang di Dusun Gerupuk Desa Sengkol Kec. Pujut Kab. Lombok Tengah sekaligus sebagai lokasi pengambilan bahan rumput laut dari nelayan/petani rumput laut setempat.

Rancangan Percobaan dan Langkah Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Eksperimental dengan percobaan di Laboratorium. Rancangan yang

digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL), dengan percobaan faktorial yang terdiri dari 2 faktor yaitu Faktor Jenis Larutan (L) terdiri dari 3 aras (L1 = larutan kapur 2,5%; L2 = larutan kaporit 0,25%; L3 = Air tawar) dan Faktor Lama Perendaman (P) terdiri dari 3 aras (P1 = Perendaman selama 2 jam; P2 = Perendaman selama 4 jam; P3 = Perendaman selama 6 jam). Masing-masing perlakuan dikombinasikan sehingga diperoleh 9 kombinasi dan kombinasi perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Data hasil pengamatan dianalisa dengan menggunakan analisis keragaman (*Analysis of Variance*) pada taraf nyata 5%. Hasil analisis data yang berbeda nyata akan diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf nyata 5% untuk semua parameter (Sastrosupadi, 2000).

Pelaksanaan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* segar dengan umur panen 35 hari kemudian dibersihkan dari kotoran-kotoran seperti pasir, karang, tali rafia dan dipisahkan dari jenis rumput laut lainnya. Rumput laut yang dipilih adalah rumput laut yang utuh.

Rumput laut kemudian direndam menggunakan bak perendam sesuai dengan perlakuan yaitu dalam larutan kapur 2,5%, larutan kaporit 0,25% dan air tawar masing-

masing selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Selama proses perendaman dilakukan pengadukan selama 60 detik setiap 15 menitnya untuk setiap jenis larutan perendaman. Perendaman ini bertujuan untuk menghasilkan rumput laut yang bersih dari kotoran dan lendir serta melarutkan sisa-sisa garam yang masih menempel sehingga dihasilkan rumput laut yang berwarna putih agak jernih. Larutan perendaman menggunakan perbandingan 4 : 1. Setelah proses perendaman selesai kemudian rumput laut dikeringkan menggunakan alat pengering sistem *Direct Solar Dryer* (DSD). Selama proses pengeringan, kinerja alat pengering sistem DSD dilakukan pengujian terutama terhadap suhu ruang pengering, kelembaban relatif, laju penurunan kadar air dan efisiensi termal. Penentuan kinerja sistem DSD tersebut didasarkan pada penelitian yang pernah dilakukan dengan menggunakan perendaman pada larutan kapur 2,5%. Pengukuran laju penurunan kadar air dilakukan setiap jam sampai diperoleh kadar air rumput laut mencapai maksimal 32 %. Adapun diagram alir penelitian seperti pada Gambar 1.

Parameter kualitas rumput laut kering yang akan diamati terdiri dari kadar air (termogravimetri, AOAC, 1996), tekstur (Penetrometer, Kartika dkk., 1990), (termogravimetri, AOAC, 1996) dan kadar karagenan (BSN, 1998).



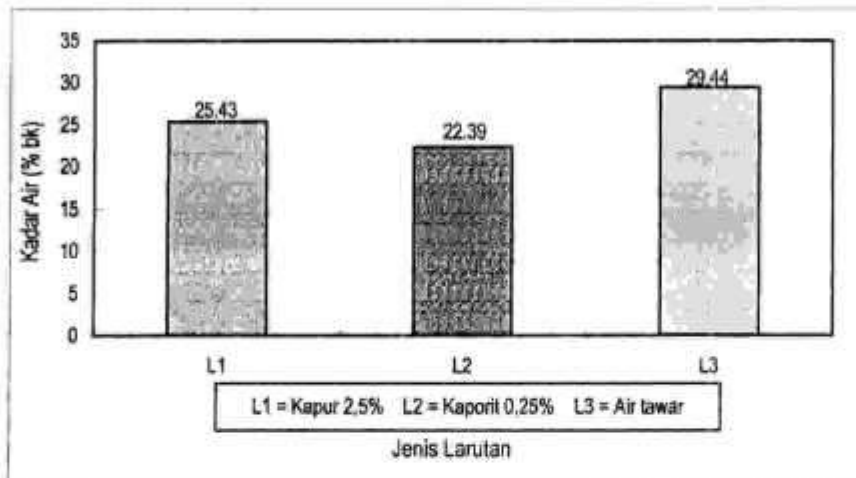
Gambar 1. Diagram alir penanganan pascapanen rumput laut

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Mutu Rumput laut Kering

Dari hasil analisis sidik ragam kadar air rumput laut kering menunjukkan bahwa faktor jenis larutan (L) dan faktor lama perendaman (P) memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air rumput laut kering. Sedangkan interaksi antara faktor suhu dan

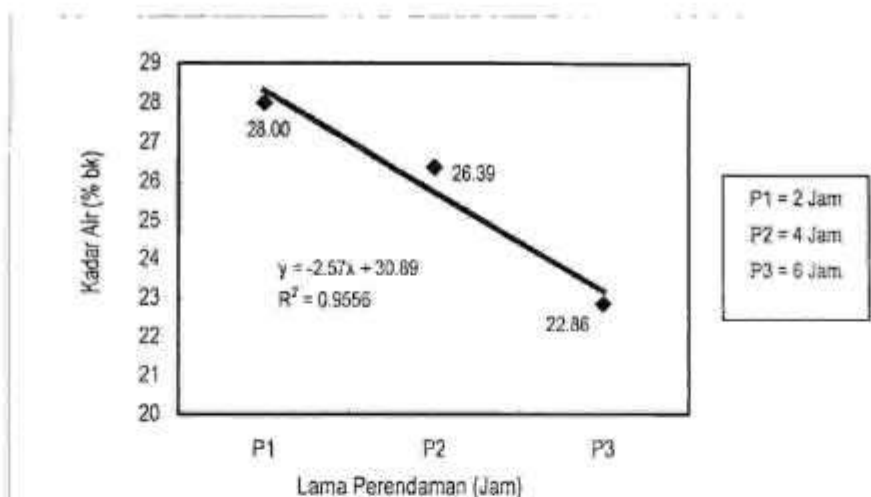
lama pengeringan memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Berdasarkan uji BNT perlakuan L1 (larutan kapur) tidak berbeda nyata dengan perlakuan L2 (larutan kaporit) dan berbeda nyata dengan perlakuan L3 (air tawar). Adapun grafik dari faktor jenis larutan terhadap kadar air rumput laut kering dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Jenis Larutan Terhadap Kadar Air Rumput Laut Kering.

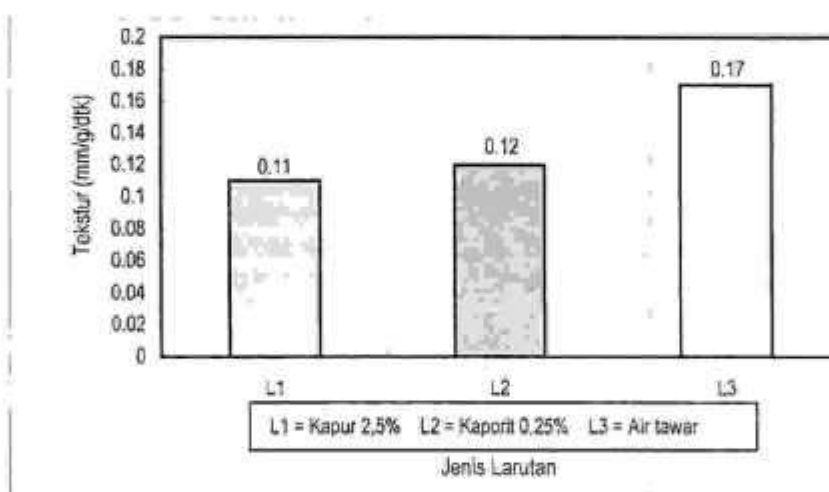
Dari Gambar 2, rata-rata kadar air pada perlakuan L1 sebesar 25,43%, L2 sebesar 22,39% dan L3 sebesar 29,44%. Terjadinya perbedaan kadar air disebabkan larutan kapur dan kaporit merupakan larutan alkali yang dapat menurunkan kadar air dalam suatu bahan. Disamping itu, adanya perbedaan konsentrasi antara larutan kapur dan kaporit yang berkonsentrasi tinggi dengan larutan yang ada dalam rumput laut yang berkonsentrasi rendah. Perbedaan kadar air yang terjadi juga disebabkan kekuatan mengikat air yang berbeda karena perendaman pada larutan yang berbeda. Akibatnya selama proses pengeringan, kecepatan pelepasan air juga berbeda meskipun diberikan perlakuan yang sama pada ruang pengering dari sistem DSD. Kadar air yang diperoleh dalam penelitian ini memenuhi standar mutu SNI yang ditetapkan yang mensyaratkan kadar air maksimal untuk rumput laut kering adalah 35%.

Faktor pengaruh lama perendaman terhadap rumput laut kering disajikan pada Gambar 3. Berdasarkan uji BNT, P1 (perendaman 2 jam) tidak berbeda nyata dengan P2 (perendaman 4 jam) dan berbeda nyata dengan P3 (perendaman 6 jam). Pada Gambar 3, terjadinya penurunan kadar air mengikuti pola linier dengan persamaan $Y = -2,57x + 30,89$ dengan nilai koefisien determinan 0,9556. Terjadinya penurunan kadar air pada faktor lama perendaman disebabkan semakin lama waktu perendaman maka proses difusi dapat berjalan lebih baik sehingga semakin banyak larutan yang masuk kedalam bahan dan semakin banyak air di dalam bahan yang diserap keluar. Penurunan kadar air ini juga dipengaruhi oleh penerapan alat *Direct Solar Dryer* (DSD) yang dapat mentransfer panas sekeliling ruang pengering sehingga menghasilkan rumput laut dengan tingkat kekeringan yang rendah dan merata pada setiap permukaan bahan.



Gambar 3. Grafik pengaruh lama perendaman terhadap kadar air rumput laut kering.

Dari hasil analisis sidik ragam tekstur menunjukkan bahwa faktor jenis larutan dan lama perendaman memberikan pengaruh nyata terhadap tekstur rumput laut kering. Hubungan jenis larutan terhadap tekstur rumput laut kering disajikan pada Gambar 4.



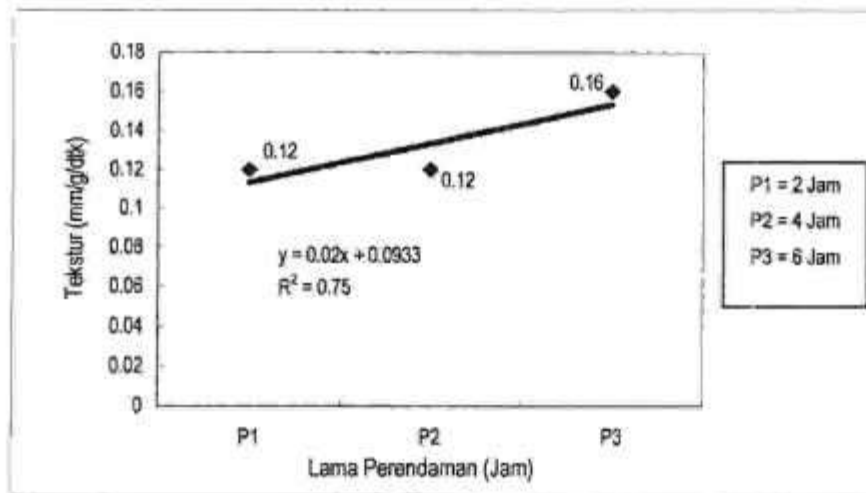
Gambar 4. Pengaruh Jenis Larutan Terhadap Tekstur Rumput Laut Kering.

Dari Gambar 4, rata-rata tekstur L1 sebesar 0,11 mm/g/dtk, L2 sebesar 0,12 mm/g/dtk dan L3 sebesar 0,17 mm/g/dtk. Terjadinya perbedaan tekstur pada jenis larutan karena larutan alkali yaitu kapur dan kaporit mempunyai kemampuan mengikat air yang ada di dalam rumput laut. Semakin banyak larutan kapur dan kaporit yang masuk semakin banyak air dalam rumput laut yang diserap keluar. Penurunan kadar air ini dapat mengakibatkan tekstur rumput laut menjadi lebih keras. Hal ini sesuai dengan pendapat Meyer (1973) bahwa perendaman dalam

larutan kapur memungkinkan untuk mempunyai kekerasan yang tinggi. Selain itu perendaman dalam larutan alkali akan melarutkan pigmen rumput laut dan ini terlihat dari warna rumput laut yang dikeringkan. Menurut Bjeere-Peterson *et.al.*, (1973) dalam Murdinah, dkk (1994) perendaman rumput laut dalam alkali berfungsi untuk melarutkan pigmen dan protein, serta membantu dalam proses ekstraksi. Kenampakan rumput laut yang direndam larutan alkali lebih bersih, berwarna putih, cemerlang dan teksturnya keras. Sedangkan rumput laut yang direndam

tanpa perlakuan alkali tampak kotor dan kusam karena adanya garam yang menempel pada permukaan thalusnya.

Hubungan antara lama perendaman terhadap tekstur rumput laut kering disajikan pada Gambar 5.

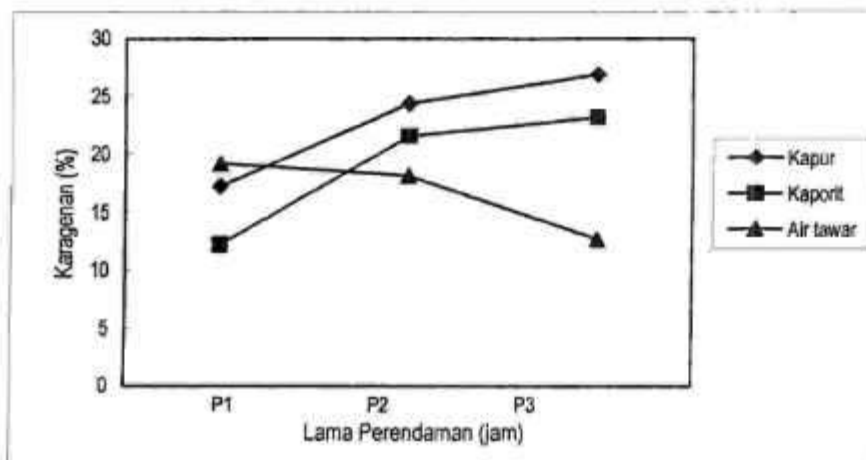


Gambar 5. Hubungan antara Faktor Lama Perendaman Terhadap tekstur Rumput Laut Kering.

Dari Gambar 5, perubahan tekstur dipengaruhi oleh lama perendaman dengan persamaan $Y = 0,02x + 0,0933$ dan nilai koefisien determinan sebesar 0.75. Semakin lama perendaman dalam larutan kapur dan kaporit akan lebih banyak ion Ca dari larutan yang akan bereaksi dengan komponen karbohidrat terutama pektin yang ada dalam dinding sel rumput laut membentuk Ca pektat yang mengakibatkan dinding sel lebih kaku

sehingga bahan lebih keras (Pantastico, 1989). Hal ini sesuai dengan pendapat Meyer (1973) bahwa ion Ca akan memperkuat dinding sel, karena fungsi Ca dari larutan kapur akan membentuk Ca pektat dari pektin sehingga tekstur menjadi lebih keras.

Interaksi antara jenis larutan dan lama perendaman (LxP) terhadap kandungan karagenan rumput laut kering dapat dilihat pada Gambar 6.



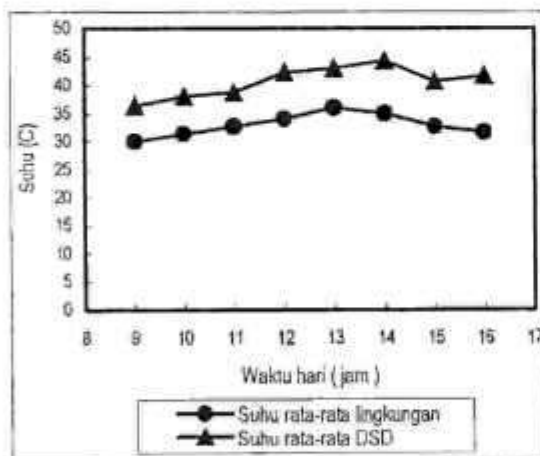
Gambar 6. Interaksi Jenis Larutan dan Lama Perendaman terhadap Karagenan Rumput Laut Kering.

Dari Gambar 6, terlihat kecenderungan peningkatan karagenan pada perlakuan larutan L1 (kapur 2,5%) daripada perlakuan L2 (kaporit 0,25%) dan L3 (air tawar). Peningkatan kandungan karagenan tersebut karena jenis larutan yang digunakan untuk perendaman merupakan larutan alkali, dan semakin lama perendaman dilakukan terjadi kecenderungan yang semakin meningkat. Pada perlakuan dengan larutan kapur diperoleh rata-rata karagenan sebanyak 22,86 %, larutan kaporit sebanyak 19,02% dan dengan air tawar sebanyak 16,71%. Pada perendaman menggunakan air tawar karagenan yang diperoleh lebih sedikit karena air tawar dapat mencuci atau menghilangkan karagenan rumput laut. Karagenan mengandung D-glaktosa 6 sulfat ester dan 3,6 anhydro-Dglaktosa-2-sulfat ester. Adanya gugusan 6 sulfat tersebut dapat menurunkan daya gelasi karagenan dan air tawar tidak dapat mengikat gugus 6-sulfat. Menurut Winarno (1996) pencucian dengan air tawar harus dihindari karena dapat menurunkan kadar karagenan rumput laut. Dalam

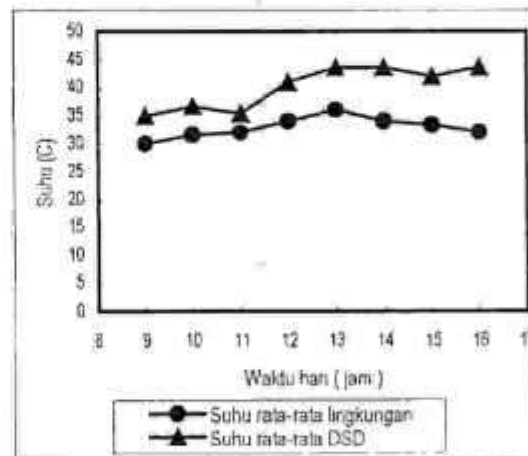
suasana alkali baik pada larutan kapur maupun kaporit akan memberikan pengaruh yang lebih kuat terhadap pengikatan karagenan selama proses perendaman. Selain itu larutan kapur dapat mengikat gugus ester sulfat yang mempunyai sifat hidrolik. Asian (1998) menyatakan perendaman rumput laut dalam larutan alkali selain menurunkan kadar air juga dapat meningkatkan kadar karagenan rumput laut.

Kinerja Alat Pengering Sistem DSD

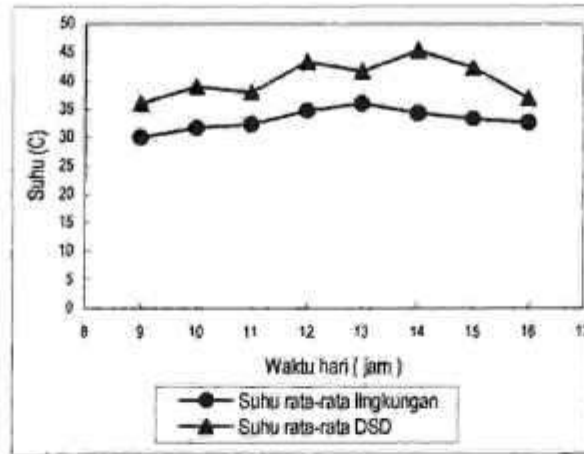
Selama pengeringan, suhu ruang pengering sistem DSD dibandingkan dengan suhu lingkungan (*ambient*). Dalam hal ini, data pengamatan diambil dari hasil perendaman dalam larutan kapur 2,5% selama perendaman P1 = 2 jam; P2 = 4 jam dan P3 = 6 jam. (Gambar 7a-c). Hasil pengamatan diperoleh rata-rata suhu ruang pengering sistem DSD adalah 40,63°C sedangkan rata-rata suhu lingkungan adalah 32,92°C.



(a)



(b)

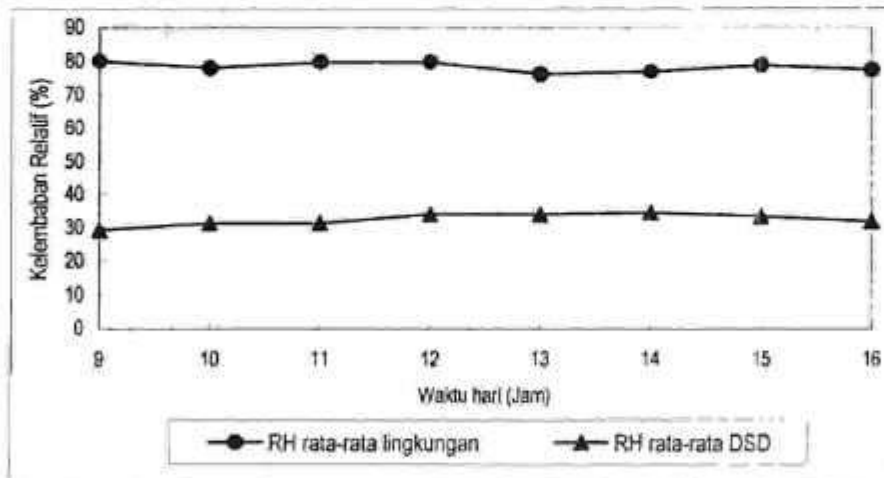


(c)

Gambar 7. Suhu Pengering Sistem DSD dibandingkan dengan suhu lingkungan untuk rumput laut dengan lama perendaman 2 jam (a), 4 jam (b) dan 6 jam (c) pada larutan kapur 2,5%.

Perbandingan kelembaban relatif (RH) rata-rata pengering sistem DSD dengan kelembaban relatif lingkungan disajikan pada Gambar 8. Dari pengamatan menunjukkan RH relatif rata-rata sistem DSD sebesar 32,50% sedangkan lingkungan 78,25%. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem DSD

dengan rata-rata RH relatif yang rendah akan memberikan efisiensi pengeringan yang cukup baik dibandingkan dengan lingkungan. Semakin tinggi suhu pengeringan dengan dukungan RH relatif yang rendah akan memberikan efisiensi pengeringan rumput laut yang cukup tinggi.



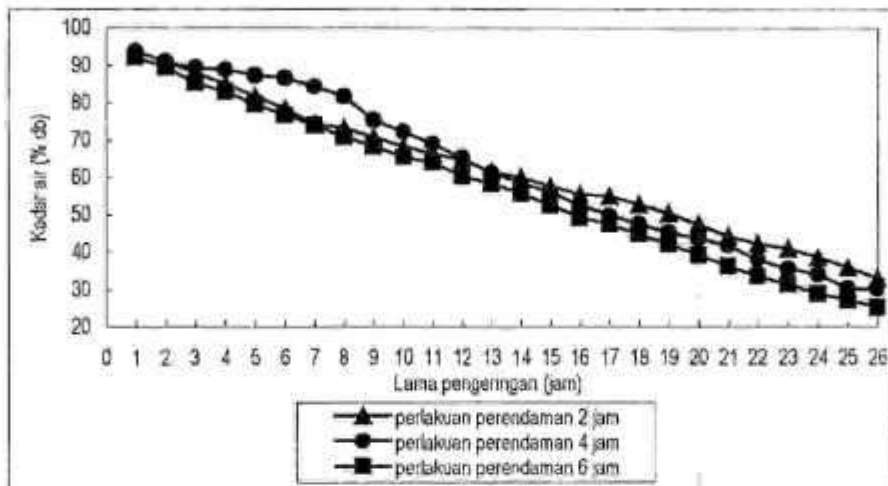
Gambar 8. Perbandingan antara kelembaban relatif rata-rata Pengering Sistem DSD dan kelembaban relatif rata-rata lingkungan

Pada proses pengambilan data pengeringan dari alat pengering sistem DSD, diasumsikan bahwa alat tersebut berkapasitas penuh (*full loading*) (data tidak ditampilkan), dan hasilnya sesuai dengan data prediksi pada oven terkendali (Lab.) yaitu 40°C dengan asumsi kondisi cuaca cerah

(tidak berawan), tidak ada hujan atau gerimis. Hasil yang diperoleh menunjukkan adanya korelasi antara laju penurunan kadar air dengan lama perendaman rumput laut dalam larutan kapur 2,5%. Untuk mendapatkan kualitas rumput laut kering yang sesuai standar, diperoleh dari perlakuan lama

perendaman 6 jam dengan pengeringan 35 jam (setiap hari data diambil dari pukul 08.00 – 17.00) dan akan menghasilkan kadar air 25,43%, kenampakan rumput laut bersih dan

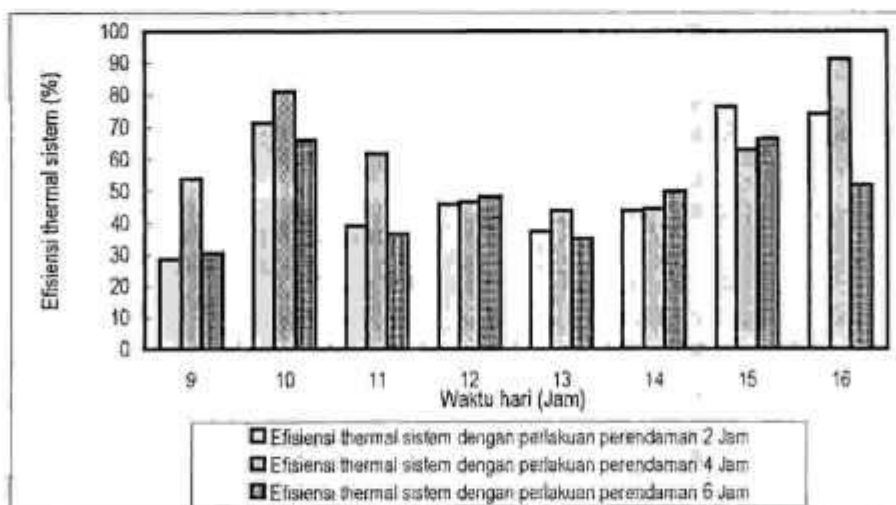
berwarna putih. Penurunan kadar air pada berbagai lama perendaman dalam larutan kapur 2,5% disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan laju penurunan kadar air menggunakan pengering sistem DSD pada berbagai lama perendaman dalam larutan kapur 2,5%

Hasil penurunan kadar air (Gambar 9) menunjukkan adanya sistem konveksi di dalam ruang pengering sistem DSD yang mendekati oven terkendali (Data tidak ditampilkan). Hal ini dimungkinkan karena dalam ruang pengering sistem DSD terjadi

aliran udara yang merata. Sedangkan hasil pengukuran efisiensi thermal pengering sistem DSD untuk berbagai perlakuan lama perendaman (Gambar 10) menunjukkan kisaran 28,58 – 73,96% dengan rata-rata 51,93%.



Gambar 10. Efisiensi Thermal Sistem Pengering DSD Rumput Laut untuk berbagai Lama Perendaman dalam Larutan Kapur 2,5%.

KESIMPULAN

Berdasarkan Hasil analisis dan pembahasan yang terbatas pada ruang lingkup penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Faktor jenis larutan berpengaruh terhadap semua parameter yang diamati yaitu kadar air, tekstur dan karagenan.
2. Interaksi antara faktor jenis larutan dan faktor lama perendaman berpengaruh terhadap parameter kadar karagenan.
3. Semakin lama perendaman akan menghasilkan kadar air yang semakin rendah sedangkan tekstur dan karagenan semakin tinggi.
4. Perendaman dalam larutan kapur dan kaporit menghasilkan rumput laut kering yang bersih, tekstur yang keras dan karagenan yang lebih tinggi.
5. Penggunaan alat pengering sistem *Direct Solar Dryer* (DSD) menghasilkan rumput laut kering dengan tingkat kekeringan yang rendah dan merata.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC., 1996. *Official Methods of Analysis*. 16th ed. AOAC International. Gaithersburg, Maryland.
- Aslan, M., L., 1998. *Budidaya Rumput Laut*. Kanisius. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional, 1998. *Standar Nasional Indonesia. SNI 01-4441-1998. Rumput Laut Kering*.
- Bappeda NTB., 1998. *Rencana Strategis Pengelolaan Pesisir dan Laut*.
- BPS NTB, 2002. *Nusa Tenggara Barat dalam Angka*. Biro Pusat Statistik Jakarta.
- Depperindang NTB, 2001, *Laporan Tengah Tahunan Perdagangan dan Industri Nusa Tenggara Barat*.
- Indriani, H. dan E. Sumiarsi, 1992. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Istini, S.: A. Zalnika dan J. Anggadireja, 1985. *Pengembangan Rumput Laut untuk Industri*. Kantor Menristek, Jakarta.
- Istini, S. dan A. Zalnika, 1991. *Optimasi Proses *Semirefine Carrageenan* dari Rumput Laut *Eucheuma cottonii* di dalam Prosiding Temu Karya Ilmiah Teknologi Pascapanen Rumput Laut*. Deptan Jakarta.
- Kanto, S; A. Sahidu; A. Usman dan C.C.E, Margana , 2000. *Laporan Akhir Program Pengembangan Ekonomi Lokal*. Kerjasama Bappeda Bima dengan PT. Krida Pratama Adhicipta. Surabaya.
- Kartika, B., Guritno, A.D., Purwadi, D dan Ismoyowati D, 1990. *Petunjuk Evaluasi Produk Industri Hasil Pertanian*. PAU Pangan. UGM. Yogyakarta.
- Meyer, L.H., 1973. *Food Chemistry*. The Avi Publising Company, Inc. Westport. Conneticut. 385 h.
- Murdinah, Ninoek Indriati, Rita Ristijawati dan A.A. Darwis, 1994. *Pengaruh Perendaman dalam Larutan Alkali terhadap Mutu Rumput Laut Kering *Eucheuma cottonii**. *Jurnal Penelitian Pasca Panen Perikanan* No. 81, Hal 12-17.
- Pantastico, ER.B., 1989. *Fisiologi Pasca Panen*. Gajahmada University Press. Yogyakarta.
- Putro, S., 1985. *Pengolahan Rumput Laut*. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.
- Saloko, S., Margana, C.C.E., Junaidi, M., 2003. *Pengembangan Desain Bak Perendam dan Pengering Surya Termal Rumput Laut Berstandar Ekspor*. *Laporan Akhir Pelaksanaan Kegiatan Vucer*. Departemen Pendidikan Nasional. Universitas Mataram.
- Sastrosupadi, A., 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Kanisius, Yogyakarta.
- Suryaningrum, D.T.; S.T. Soekarto dan M. Manullang., 1991. *Kajian Sifat Mutu Komoditi Rumput Laut Jenis *E. cottonii* dan *E. spinosum**. *Jurnal Penelitian Pascapanen Perikanan*. Puslitbang Perikanan, Jakarta.
- Winarno, F.G., 1996. *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.

Budidaya Bawang Merah Pada Berbagai Teknik Selang Pemberian Air Dikombinasikan Dengan Bahan Organik Di Lahan Kering Pringgabaya Lombok Timur

Cultivation of Onion On Several Interval Water Applying Techniques Combined With Organic Matter In Dryland Pringgabaya, East Lombok

I NYOMAN SOEMEINABOEDHY

Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mataram

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknik pengelolaan air untuk tanaman bawang merah di lahan kering yang paling efisien dengan produksi yang tinggi. Percobaan lapangan ditata dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tujuh perlakuan, yang masing-masing diulang tiga kali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari ketujuh teknik yang diuji hanya perlakuan selang pemberian air 4 hari ditambah pemberian kompos di lapisan olah (C) dan pemberian air selang waktu 4 hari ditambah pemberian kompos dicampur pada permukaan tanah (D) yang memberikan hasil berbeda dibandingkan dengan perlakuan lainnya yaitu pemberian air selang waktu 6 hari ditambah pemberian kompos di atas permukaan tanah (A), pemberian air selang waktu 6 hari ditambah pemberian kompos dicampur pada lapisan permukaan (B), pemberian air selang waktu 2 hari ditambah pemberian kompos di lapisan olah (E), pemberian air selang waktu 2 hari ditambah pemberian kompos dicampur pada lapisan olah (F), dan pemberian air selang waktu 2 hari tanpa pemberian kompos (G). Hasil bawang merah perlakuan C dan D tidak berbeda tetapi hasil efisiensi tertinggi ditunjukkan oleh perlakuan C.

Atas dasar hasil yang diperoleh pada percobaan ini maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah pengelolaan bahan organik yang disebar pada permukaan lapisan olah yang dikombinasikan dengan pemberian air selang waktu 4 hari (C) memberikan respon pertumbuhan dan hasil bawang merah serta efisiensi pengairan yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik pengelolaan lainnya. Ditinjau dari aspek ekonomi perlakuan C tersebut paling menguntungkan dan dapat dosialisasikan di daerah lahan kering Pulau Lombok. Kata kunci: lahan kering, efisiensi air, bawang merah

ABSTRACT

The objective of the research was to find out a better water management technique for growing onion in dryland Lombok. A Randomized Complete Block Design was used in an experiment with seven treatments and each of them was replicated three time.

Treatment of applying water with 4 days interval combined with organic matter poured on top soil (C) and water apply with 4 days interval combined with organic matter mixed on top soil (D) were more efficient and produced higher yield than other treatments such as water apply with 6 days interval combined with organic matter poured on top soil (A), water apply with 6 days interval combined with organic matter mixed on top soil (B), water apply with 2 days interval combined with organic matter poured on top soil (E), water apply with 2 days interval combined with organic matter mixed on top soil (F), and water apply with 2 days interval without organic matter (G). In treatment C, water use efficiency and onion production was the best.

Organic matter given on the soil surface combined with water applied at 4 days interval (C) gave better results compared to other treatments. Economically, treatment C was also more beneficial and more applicable in dryland Lombok.

Keywords: dryland, water efficiency, onion

PENDAHULUAN

Salah satu strategi untuk meningkatkan perekonomian rakyat di kawasan Timur Indonesia adalah melalui upaya peningkatan potensi pengembangan pertanian lahan

kering. Strategi ini sangat beralasan karena daratan kawasan Timur Indonesia didominasi oleh lahan kering. Di Nusa Tenggara Barat lahan kering yang potensial untuk dikembangkan mencapai 162.033,313 Ha dengan sebaran sekitar 60% di pulau

Sumbawa dan 34% di pulau Lombok (NTB dalam angka, 1997). Pemanfaatan lahan kering di NTB secara umum masih perorientasi pada pengembangan pertanian tanaman pangan, sedangkan pengusahaan beberapa tanaman hortikultura masih relatif terbatas (Pemerintah Daerah Kabupaten Tingkat II Lombok Timur, 1994).

Salah satu tanaman hortikultura semusim hemat air dan bernilai ekonomi tinggi adalah tanaman bawang merah. Komoditi ini kerap kali disebut sebagai sayuran dapur (*daily kitchen commodity*), karena penggunaannya untuk kebutuhan keluarga/rumah tangga bersifat harian. Selain itu juga komoditi bawang merah merupakan tanaman perdagangan yang digunakan sebagai bumbu pelengkap industri makanan. Bididaya tanaman bawang merah di pulau Lombok secara meluas masih dilakukan di lahan-lahan sawah beririgasi sebagai tanaman susulan setelah tanaman padi ke II atau setelah palawija. Sedangkan penanaman di lahan kering relatif masih sangat terbatas (Sunarjono, 1983).

Masih rendahnya pemanfaatan lahan kering untuk tanaman hortikultura seperti bawang merah berkaitan erat dengan berbagai kendala, baik kendala yang berhubungan langsung dengan karakteristik agroekosistem lahan kering maupun karakteristik sosial ekonomi masyarakat yang tinggal di kawasan lahan kering. Kendala biofisik lahan kering seperti keterbatasan air dapat didekati dengan penerapan teknologi pengelolaan air (hujan dan tanah) dan pengelolaan sistem pertanaman (Caoili *et al.*, 1967).

Berdasarkan segi agroekosistem, pengembangan pertanian lahan kering beriklim kering seperti di NTB kerap kali dihadapkan pada persoalan keterbatasan air sebagai sumberdaya utama pertumbuhan tanaman. Keberhasilan upaya bercocok tanam di daerah lahan kering tadah hujan sangat tergantung pada penyediaan lengas tanah selama periode pertumbuhan tanaman. Dengan demikian, gatra keterbatasan lengas tanah kerap juga dijadikan alasan ketidakberhasilan usaha pertanian termasuk rendahnya produktivitas pertanian di daerah tadah hujan tersebut (Landon, 1991).

Keadaan di atas memberikan isyarat akan perlunya perhatian yang serius dan seksama terhadap pemanfaatan secara optimal sumberdaya air hujan sebagai

pemasok utama lengas tanah di daerah lahan kering beriklim kering. Peluang defisit lengas tanah di lahan kering pulau Lombok cukup tegas sepanjang tahun karena bulan-bulan kering lebih dominan dari pada bulan-bulan basah. Sebagai contoh, surplus lengas tanah di daerah lahan seperti Pringgabaya hanya terjadi sangat singkat yakni pada musim hujan di bulan Januari dan Februari (Laporan LREP II, 1995). Dengan demikian upayaantisipasi penyelamatan kelebihan air (aliran permukaan) pada periode surplus/hujan perlu dilakukan untuk penyediaan air pertanian (*on farm water reservoir*) sebagai sumber tambahan kebutuhan air untuk tanaman berumur genjah setelah musim hujan berakhir.

Syamsiah dan Fagi (1993) mengemukakan bahwa salah satu alternatif pengelolaan air hujan/aliran permukaan yang dapat diharapkan pada ekosistem tadah hujan lahan kering dengan intensitas dan distribusi curah hujan yang tidak pasti adalah melalui teknik pemanenan aliran permukaan (*water harvesting*) menggunakan teknologi embung/tandon air. Hasil penelitian terdahulu pada dua periode musim hujan (MH) yakni MH 1999/2000 dan 2000/2001, membuktikan bahwa teknik pemanenan air hujan/aliran permukaan menggunakan tandon/embung kecil tampaknya berpotensi sebagai sumber tambahan untuk pemenuhan kebutuhan tanaman paska musim hujan terutama tanaman-tanaman hortikultura semusim hemat air dan berumur pendek (Ma'shum dkk., 2001). Akan tetapi efisiensi pemanfaatan air dari sumber hasil panen tersebut untuk tanaman berumur pendek seperti bawang merah belum diketahui secara pasti.

Upaya tersebut tentunya perlu didukung oleh penelitian lanjutan yang berorientasi pada pengelolaan air secara efisien untuk tanaman semusim hemat air tetapi bernilai ekonomi tinggi (seperti bawang merah). Beberapa kiat dalam rangka meningkatkan efisiensi pemanfaatan air dapat dilakukan antara lain melalui pemberian air dengan jumlah dan tenggang waktu yang tepat dan berbagai modifikasi media tumbuh sehingga dapat meningkatkan kemampuan pegang air tanah (*water holding capacity*) dan pengelolaan tanah yang bertujuan mengurangi kehilangan air melalui penguapan bebas (*evaporation*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui teknik pemberian bahan organik

dan pemberian air yang paling sesuai bagi pengelolaan tanaman bawang merah di lahan kering paska musim hujan. Kegunaannya (a) sebagai salah satu pertimbangan pemerintah daerah dalam upaya pengembangan bawang merah di lahan kering; (b) diharapkan hasil penelitian ini menjadi salah satu pertimbangan penerapan pergiliran tanaman di lahan kering; (c) diharapkan dapat memotivasi petani sekitarnya dalam memanfaatkan sumber-sumber lokal sebagai bahan organik dalam sistem pertanian.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan di lahan kering Pringgabaya (lahan BPTP Sandubaya Lombok Timur) paska musim hujan 2001/2002 (Maret sampai Juni 2002).

Percobaan lapangan ditata menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), dengan perlakuan yang diuji adalah kombinasi selang pemberian air dan teknik pemberian bahan organik sebagai berikut:

- A. pemberian air selang waktu 6 hari + pemberian kompos di atas lapisan olah (*top dressing application*),
- B. pemberian air selang waktu 6 hari + pemberian kompos dicampur (*incorporated application*) sedalam 10 cm pada lapisan olah,
- C. pemberian air selang 4 hari + pemberian pemberian kompos di atas lapisan olah (*top dressing application*),
- D. pemberian air selang 4 hari + pemberian pemberian kompos dicampur (*incorporated application*) sedalam 10 cm pada lapisan olah,
- E. pemberian air selang 2 hari + pemberian pemberian kompos di atas lapisan olah (*top dressing application*),
- F. pemberian air selang 2 hari + pemberian pemberian kompos

dicampur (*incorporated application*) sedalam 10 cm pada lapisan olah,
G. pemberian air selang waktu 2 hari tanpa pemberian kompos.

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 21 petak perlakuan

Pelaksanaan percobaan. Petak percobaan dibuat berukuran 4m x 1m di sekitar embung/tandon penampungan aliran permukaan. Jarak antar petak adalah 30 cm dan jarak antar blok 50 cm. Kompos dibuat di lokasi percobaan dengan menggunakan bahan-bahan lokal) pupuk kandang kerbau dan sisa-sisa tanaman legum di sekitar lokasi percobaan. Takaran kompos yang digunakan adalah 5 ton kompos/ha (perbandingan C/N adalah 20 dan kadar air 17%). Pupuk kimia yang digunakan yakni UREA dengan takaran 100 kg/ha dan SP-36 dengan takaran 100 kg/ha. Pupuk UREA diberikan 2 kali yakni setengah bagian diberikan sebagai pupuk dasar (*basal application*) dan setengah bagian lainnya diberikan pada umur 35 hari setelah tanam. Pupuk SP-36 diberikan sebagai pupuk dasar bersamaan dengan waktu pemberian kompos dengan cara disebar pada permukaan tanah.

Teknik bercocok tanam yang digunakan mengacu pada pedoman bercocok ta-nam bawang merah (Sunarjono, 1983). Pengendalian hama ulat (*Spodoptera hexigua*) dilakukan tiga kali menggunakan insektisida kontak (Dursban) dengan dosis anjuran

Pemberian air dilakukan dengan selang waktu sesuai dengan total kebutuhan air selama pertumbuhan tanaman sebesar 300 mm. Jumlah pemberian air setiap kali pemberian pada seliap petak perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah air pada setiap selang pemberian atau setiap petak perlakuan (4m x 1m)

No	Selang Pemberian	Perlakuan	Jumlah Air (mm atau liter)
1	6 hari (10 x pengairan)	A dan B	30 mm atau 120 liter
2	4 hari (15 x pengairan)	C dan D	20 mm atau 80 liter
3	2 hari (30 x pengairan)	E, F, dan G	10 mm atau 40 liter

Variabel pengamatan. Variabel yang diamati pada percobaan ini adalah: (1) fluktuasi lengas tanah selama pertumbuhan tanaman; (2) efisiensi pengairan (E-Ir) tanaman; (3) berangkasan basah dan

berangkasan kering; dan (4) analisis ekonomi sederhana (B/C ratio).

Pengukuran lengas tanah ditetapkan dengan metode Gravimetri (Sudjadi, 1987) dilakukan selama periode pertumbuhan

tanaman. Sampel tanah pada setiap petak percobaan diambil pada tiga titik secara diagonal pada kedalaman 15 cm dengan menggunakan ring sampel.

Efisiensi pengairan (E-Ir) dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E - Ir = \frac{\text{HasilTanaman}(g)}{\text{jumlahPemberianAir}(m^3)} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan dan produksi tanaman bawang merah pada ketujuh perlakuan

pemberian bahan organik dan selang pemberian air dapat dilihat pada Tabel 2, 3, 4, 5, dan 6. Pertumbuhan tanaman pada pengamatan umur 30, 45, dan 60 hari setelah tanam (hst) tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Hal ini disebabkan karena pemberian bahan organik dan interval waktu pemberian air tidak memberikan pengaruh yang berarti terhadap pertumbuhan tanaman. Tetapi perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap berat berangkasan basah maupun berat berangkasan kering (Tabel 7 dan 8).

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman (cm) selama pengamatan

Perlakuan	Rata-rata tinggi tanaman umur		
	30 hst	45 hst	60 hst
A	8,63 a	9,00 a	12,95 a
B	9,08 a	11,88 a	12,83 a
C	10,53 a	13,97 a	14,15 a
D	8,26 a	10,37 a	15,21 a
E	11,92 a	12,53 a	15,08 a
F	9,54 a	9,26 a	13,79 a
G	15,07 a	12,01 a	13,31 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata

Tabel 3. Rata-rata jumlah daun (helai) selama pengamatan

Perlakuan	Rata-rata jumlah daun umur		
	30 hst	45 hst	60 hst
A	22,00 a	27,00 a	31,00 a
B	18,67 a	31,33 a	45,33 a
C	21,33 a	31,00 a	37,33 a
D	21,00 a	38,00 a	37,00 a
E	15,00 a	33,67 a	37,33 a
F	19,33 a	25,33 a	33,67 a
G	17,00 a	30,67 a	32,67 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata

Tabel 4. Rata-rata jumlah umbi selama pengamatan

Perlakuan	Rata-rata jumlah umbi umur		
	30 hst	45 hst	60 hst
A	4,67 a	6,00 a	6,00 a
B	4,00 a	5,00 a	8,00 a
C	5,67 a	6,67 a	8,67 a
D	4,67 a	6,67 a	7,00 a
E	3,67 a	7,33 a	9,00 a
F	4,00 a	5,33 a	6,33 a
G	4,00 a	8,00 a	9,67 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata

Tabel 5. Rata-rata diameter umbi selama pengamatan

Perlakuan	Rata-rata diameter umbi umur		
	30 hst	45 hst	60 hst
A	5,17 a	6,80 a	12,87 a
B	6,33 a	10,33 a	7,82 a
C	3,57 a	5,93 a	12,90 a
D	4,43 a	8,63 a	13,32 a
E	6,03 a	6,20 a	10,20 a
F	3,83 a	4,63 a	9,47 a
G	4,30 a	5,53 a	6,50 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata

Hal yang sama juga terlihat pada rata-rata jumlah umbi dan diameter umbi. Pada semua perlakuan, pemberian bahan organik dengan interval pemberian air tidak memberikan pengaruh yang besar. Walaupun bila dilihat pada masing-masing perlakuan, perlakuan D memberikan hasil umbi terbanyak, tetapi diameter umbi yang terbesar diperoleh pada perlakuan E. Hal ini diasumsikan karena pengaruh varietas lebih dominan dibandingkan dengan pemberian bahan organik dan interval pemberian air.

Hal berbeda ditemui pada berat berangkas basah dan berat berangkas kering per rumpun (Tabel 7 dan 8). Ada kedua parameter tersebut ternyata pemberian bahan organik dan pemberian air dengan interval

waktu 4 hari memperlihatkan pengaruh yang nyata, dan kombinasi pemberian bahan organik secara disebar maupun dicampur pada permukaan tanah yang dikombinasikan dengan pemberian air interval 4 hari memberikan hasil yang terbaik. Hal ini disebabkan karena dengan pemberian bahan organik secara disebar, selain dapat berperan sebagai mulsa juga dapat berperan sebagai penyedia unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya. Selanjutnya, pemberian air dengan selang waktu 4 hari memungkinkan tanaman mendapatkan air sesuai dengan kebutuhannya, dalam hal ini air yang diberikan dapat dimanfaatkan oleh tanaman.

Tabel 6. Rata-rata berat berangkas basah selama pengamatan (g/rumpun)

Perlakuan	Berat berangkas basah umur		
	30 hst	45 hst	60 hst
A	7,84 a	12,74 a	47,32 a
B	6,49 a	25,08 b	41,28 a
C	8,37 a	15,46 a	49,13 a
D	7,50 a	24,80 b	53,36 a
E	6,96 a	20,40 ab	49,11 a
F	6,04 a	11,25 a	42,39 a
G	5,61 a	13,53 a	35,79 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata

Tabel 7. Rata-rata berat berangkasan kering selama pengamatan (g/rumpun)

Perlakuan	Berat berangkasan kering umur		
	30 hst	45 hst	60 hst
A	1,10 a	5,07 a	18,18 a
B	0,79 a	11,63b	19,62 a
C	1,04 a	4,84 a	20,87 a
D	1,02 a	7,45 a	28,00 a
E	0,82 a	9,18 ab	30,89 a
F	0,52 a	3,60 a	18,94 a
G	0,48 a	5,58 a	17,32 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata

Sedangkan berat berangkasan basah dan kering per petak juga memperlihatkan hal yang sama dengan berat berangkasan basah dan kering per rumpun. Berat berangkasan basah setelah panen terbanyak diperoleh pada perlakuan C ($3,21 \text{ kg/4 m}^2$) dan diikuti oleh perlakuan D ($3,17 \text{ kg/4 m}^2$), atau bila dikonversikan ke hektar, maka masing-

masing sama dengan 8,3 ton/ha dan 7,93 ton/ha. Demikian juga halnya pada berat berangkasan kering per petak yaitu masing-masing $2,10 \text{ g/4 m}^2$ dan $1,94 \text{ g/4 m}^2$ atau setara dengan 5,25 ton/ha dan 4,85 ton/ha. Hasil terendah diperoleh pada perlakuan A yaitu $1,17 \text{ kg/4 m}^2$.

Tabel 8. Hasil berat berangkasan basah dan kering saat panen

Perlakuan	Berat berangkasan (kg/4 m^2)	
	Basah	Kering
A	2,10 a	1,17 a
B	2,98 ab	1,66 ab
C	3,21 b	2,10 b
D	3,17 b	1,94 b
E	2,54 a	1,63 a
F	2,10 a	1,27 a
G	2,28 a	1,38 a

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata

Perlakuan C (pemberian air selang waktu 4 hari dan pemberian kompos di atas lapisan olah) dan perlakuan D (pemberian air selang waktu 4 hari dan pemberian kompos dicampur di lapisan olah) memberikan hasil bawang merah paling tinggi yaitu masing-masing $3,21 \text{ kg/4 m}^2$ dan $3,17 \text{ kg/4 m}^2$ atau masing-masing setara dengan 8,3 ton/ha dan 7,93 ton/ha berat basah. Kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan lima perlakuan lainnya. Kecenderungan yang sama juga diperlihatkan pada hasil berat total kering dengan rata-rata hasil perlakuan C dan D adalah berturut-turut $2,10 \text{ kg/4 m}^2$ dan $1,94 \text{ kg/4 m}^2$ atau masing-masing setara dengan 5,25 ton/ha dan 4,85 ton/ha.

Meskipun total pemberian air pada semua kombinasi perlakuan sama tetapi selang pemberian air yang berbeda dan

dikombinasikan dengan pemberian bahan organik maka kontribusi masing-masing perlakuan juga berbeda. Hal ini dapat dilihat pada efisiensi tertinggi diperlihatkan oleh pemberian air selang waktu 4 hari yang dikombinasikan dengan pemberian kompos di permukaan tanah atau perlakuan C ($2,68 \text{ g umbi basah/m}^3$) dan berikutnya diikuti oleh pemberian air selang waktu 4 hari yang dikombinasikan dengan pemberian bahan organik yang dicampur pada permukaan tanah atau perlakuan D ($2,64 \text{ g umbi basah/m}^3$).

Walaupun kedua perlakuan tersebut mempunyai efisiensi sama tetapi secara teknis di lapangan penerapan perlakuan C lebih mudah dan memungkinkan dilakukan oleh petani, karena pemberian air selang waktu 4 hari dikombinasikan dengan

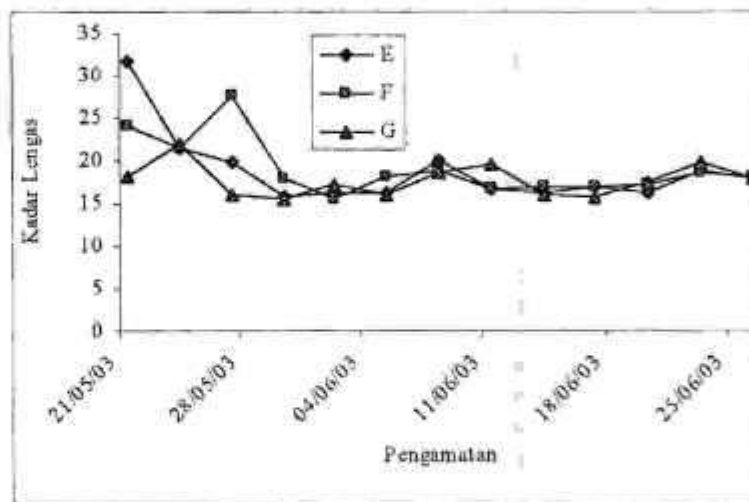
pemberian bahan organik secara disebar lebih mudah dan memertukan biaya lebih sedikit dibandingkan bila bahan organik dicampur pada permukaan tanah (perlakuan D). Hasil penelitian ini selaras dengan hasil yang telah dicapai oleh Tim Peneliti ACIAR-UNRAM pada pertanaman bawang merah dengan variasi dan teknik pengelolaan kompos yang sama di lahan tadah hujan Vertisols Lombok Selatan MH 2001/2002.

Teknik tersebut sangat sesuai dengan pertanaman bawang merah yang mempunyai sistem perakaran dangkal (5 cm) dengan perkembangan umbi yang lebih menonjol pada permukaan tanah. Adanya kompos

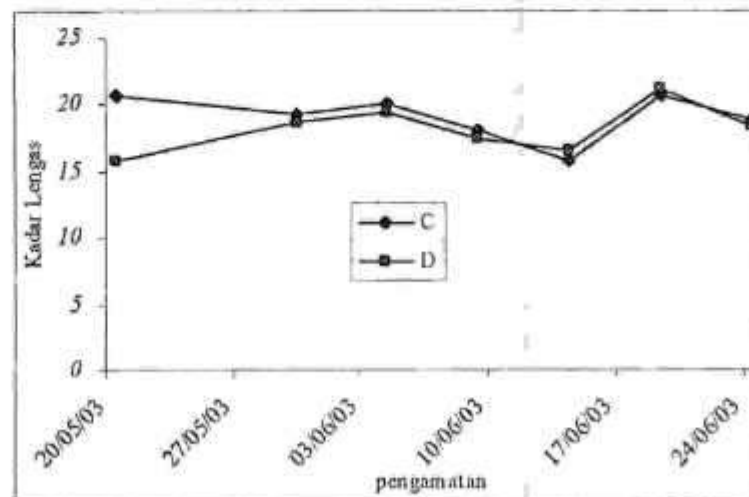
sebagai mulsa akan sangat bermanfaat terhadap pertumbuhan dan perkembangan akar dan umbi bawang merah.

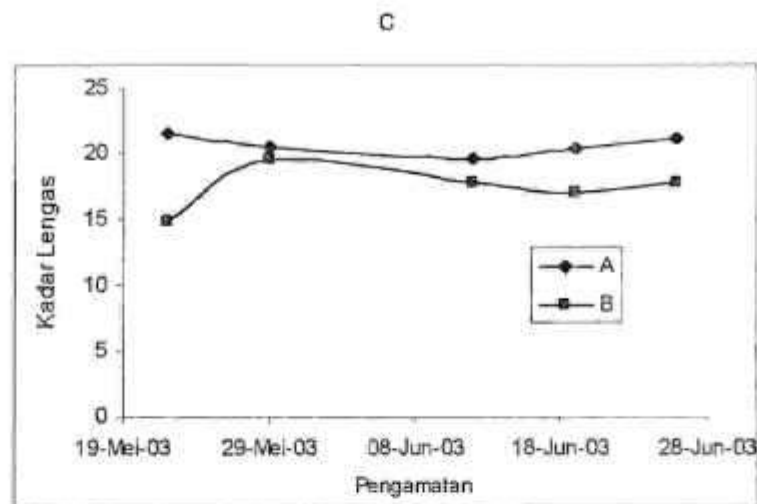
Keadaan lengas tanah selama penelitian sangat bervariasi, baik antar waktu perlakuan maupun antar perlakuan. Lengas tanah yang paling sesuai dengan pertumbuhan bawang merah adalah lengas tanah dengan pemberian air dengan interval 4 hari. Hal ini disebabkan karena dengan pemberian air tersebut tidak terjadi akumulasi maupun kekahatan lengas di dalam tanah atau dengan kata lain lengas tanah selalu tersedia bagi pertumbuhan tanaman bawang merah (Gambar 1a, b, dan c).

a



b





Gambar 1a, b, dan c. Keadaan lengas tanah selama penelitian pada semua perlakuan

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dicapai maka kesimpulan yang dapat ditarik adalah:

- Pemberian air interval 4 hari yang dikombinasikan dengan pemberian bahan organik secara disebar pada permukaan tanah memberikan respon paling baik terhadap hasil tanaman bawang merah
- Keadaan lengas tanah selama penelitian bervariasi dan ketersediaan lengas tanah paling baik adalah pada pemberian air interval waktu 4 hari.

Saran

Hasil penelitian ini dapat diterapkan pada daerah lahan kering di pulau Lombok, tetapi penelitian ini perlu dikaji lebih lanjut bila ingin diaplikasikan pada daerah yang kondisinya agak berbeda dengan daerah tempat dilakukannya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Doorenbos, J and W.O.Priutt, 1995. Guidelines For Predicting Crops Water Requirement for Irrigation and Drainage. Paper 24. Rome 179p.
- Caoili, A.A., David, W.P., Sahagun, V.A. and Devesea, M.R., 1967. Irrigation Drainage Principles and Practices. Dept. Agric. Engineering College, Laguna. Ditjen Tanaman Pangan dan

Hortikultura, 1998. Usulan Perluasan Areal Pertanahan untuk Meningkatkan Ketahanan Pangan Nasional 1999 s/d 2001. Deptan.

Landon, J.R., 1991. Booker Tropical Soil Manual. *A Handbook for Soil Survey and Agricultural Land Evaluation in the Tropics and Subtropics*. Longman Scientific and Technical.

LREP II Part C, 1995. Laporan Pemetaan Tanah Semi Detail Daerah Pringgabaya Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat untuk Tanaman Tebu dan Kapas. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Mansur Ma'shum, I Nyoman Soemeinaboedhy, Lolita Endang, Sukartono, 2001. Upaya Peningkatan Efisiensi Pemanfaatan Air Hujan Melalui Sistem Pemanenan Aliran Permukaan Untuk Tanaman Semusim Paska Musim Hujan di Lahan Kering Pringgabaya. Laporan Penelitian Kerjasama Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian UNRAM dengan BAPPEDA NTB.

Nusa Tenggara Barat dalam Angka, 1997. Kerjasama Pusat Statistik Propinsi Nusa Tenggara Barat dengan Bappeda Dati I NTB.

- Oldeman, L.P., Irsal Las and Muladi, 1980. Agroclimatic Maps of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya, Bali and West nad East Nusatenggara Contribution No. 60. Central Research Institute for Agriculture. Bogor Indonesia.
- Pemerintah Daerah Kabupaten Tingkat II Lombok Timur, 1994. Rencana Umum Tata Ruang Kabupaten Lombok Timur. Pemdab Lombok Timur, Selong.
- Syamsiah, I. Dan Fagi, A.M., 1993. Teknologi Embung dalam PERHIMPI (1997)

- Sumber Daya Air dan Iklim Dalam Mewujudkan Pertanian Efisien.
- Sudjadi, M., 1987. Penuntun Analisa Tanah. Puslittanak Bogor.
- Sunarjono, H., 1983. Budidaya Bawang Merah (*Allium ascolonicum*, L.) Sinar Baru, Bandung.
- Utomo, W.H., 1980. Fisika Ranah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Pengaruh Pentoksifilin Terhadap Motilitas, Viabilitas and Morfologi Spermatozoa Pembawa Kromosom X dan Y

The Effects of Pentoxifylline on Motility, Viability and Morphology of X and Y chromosome bearing spermatozoa

ENNY YULIANI

Fakultas Peternakan Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62 Mataram NTB, Tlp (0370)633060, Faks (0370)640592

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas pentoksifilin terhadap motilitas, viabilitas dan morfologi spermatozo pembawa kromosom X dan Y. Jenis penelitian ini adalah eksperimental murni (*true eksperimental*) laboratorik dengan perlakuan metode sentrifugasi gradien percoll, Sephadex, *Swim up* dan kombinasi *Swim up* dengan *Aside migration*. Hasil analisis anova menunjukkan bahwa pemberian pentoksifilin 0,6 mM, 1,0 mM dan 1,5 mM pada metode Sentrifugasi gradien percoll, Sephadex, *Swim up* dan kombinasi *Swim up* dengan *Aside migration* pada percobaan ini berbeda secara nyata ($p < 0,05$), jika dibandingkan dengan kelompok kontrol terhadap motilitas, viabilitas dan morfologi spermatozoa kambing. Pentoksifilin sangat mendukung peningkatan motilitas, viabilitas dan morfologi spermatozoa pembawa kromosom x dan Y.

Kata kunci : Kambing, pentoksifilin, sperma seksing, kualitas sperma

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effectiveness of Pentoxifylline on motility, viability and morphology of X and Y-chromosome bearing spermatozoa. Five techniques separation as treatment group in 10 replications including control were used to separate X and Y-bearing chromosome. The result of Anova analysis showed that pentoxifylline 0,6 mM, 1,0 mM dan 1,5 mM at Sentrifugasi Gradien Percoll method, Sephadex filtration method, Swim up (SU) method and Swim up + Aside migration (SU + ASM) combination method in treatment group was significantly different ($p < 0,05$), compared with control groups on motility, viability and morphology of goat sperm. The pentoxifylline was very supported on increasing of motility, viability and morphology of X and Y chromosome bearing spermatozoa.

Key word : Goat, pentoxyfilin, sexing sperm, sperm quality

PENDAHULUAN

Bioteknologi reproduksi mempunyai peranan yang sangat penting di dalam meningkatkan produksi dan produktivitas ternak. Bioteknologi reproduksi yang pesat dikembangkan untuk menciptakan ternak unggul pada masa mendatang, adalah penerapan Inseminasi Buatan dan Transfer embrio. Ke dua teknologi ini akan lebih berdaya guna, apabila anak yang dihasilkan berjenis kelamin sesuai dengan tujuan peternakan. Salah satu upaya untuk menghasilkan anak sesuai harapan dapat

dilakukan dengan cara pemisahan spermatozoa berkromosom X atau Y sebelum inseminasi.

Perbedaan potensial antara spermatozoa berkromosom X dan Y adalah kontribusi dari kromosom seksnya. Spermatozoa X mengandung kromatin yang lebih banyak pada bagian kepala, sehingga ukuran dan berat kepala spermatozoa X lebih besar dibandingkan spermatozoa Y (Gordon, 1997). Perbedaan ini mengakibatkan motilitas spermatozoa X lebih lambat dari pada motilitas spermatozoa Y (Zavos, 1995; Check *et al.*, 1998). Dengan demikian karakter

cara kecepatan spermatozoa renang atas (*Swim up*), kombinasi *Swim up* dengan *Aside Migration*, *Sentrifugasi gradient percoll* dan *Sephadex*. Sementara itu keberhasilan pemisahan spermatozoa harus didukung dengan kualitas spermatozoa yang baik setelah perlakuan, sehingga dapat menghasilkan tingkat pembuahan dan angka pembelahan (*cleavage rate*) yang maksimal.

Prosedur pemisahan dapat menginduksi kerusakan membran plasma, akrosom dan aglutinasi kepala spermatozoa sehingga dapat mengakibatkan penurunan motilitas dan daya fertilitas spermatozoa (Windsor, *et al.*, 1993; Daniel, *et al.*, 1996; Zavos, *et al.*, 1997). Terdapat korelasi yang nyata antara motilitas spermatozoa dengan derajat integritas membran yang disebabkan oleh kerusakan ultra struktur, biokimia dan fungsi membran. Integritas fungsional membran spermatozoa yang baik harus ditunjang oleh integritas struktural membran spermatozoa yang baik pula. Membran pada bagian kepala spermatozoa berfungsi pada saat kapasitas, reaksi akrosom dan penetrasi zona pelusida pada saat fertilisasi, sedangkan membran bagian ekor berfungsi untuk mendapatkan substrat energi yang digunakan untuk pergerakan (Zenevald, 1985). Motilitas spermatozoa memegang peranan penting dalam fertilisasi yang normal dan merupakan kebutuhan esensial dalam reproduksi (Tournaye, 1994). Hal ini penting bagi spermatozoa untuk melakukan penetrasi lendir servix, bermigrasi melalui uterus ke tuba falopii dan untuk penetrasi oosit agar bisa terjadi fertilisasi, baik *in vivo* maupun *in vitro*.

Pentoksifilin merupakan derivat metilxantin dapat meningkatkan motilitas dan memperpanjang masa aktif spermatozoa manusia, kapasitas dan reaksi akrosom (Kay *et al.*, 1994), angka fertilisasi oosit dengan mengurangi resiko kegagalan sepanjang siklus (Yovich, 1993; Tournaye, 1994). Pentoksifilin dapat mempertahankan, bahkan meningkatkan motilitas dan masa aktif spermatozoa. Pentoksifilin memiliki kesanggupan meningkatkan konsentrasi c-AMP intraseluler untuk energi pergerakan dan menekan terbentuknya oksidan atau radikal bebas yang merusak eksistensi spermatozoa.

Perbedaan morfologi nukleus dan kepala serta karakter pergerakan atau motilitas yang dimiliki oleh spermatozoa X dan Y dijadikan dasar pada pemisahan

spermatozoa. *Swim up* dalam bidang kedokteran manusia digunakan untuk memperoleh spermatozoa dengan motilitas baik dan memungkinkan spermatozoa yang lebih motil dapat bermigrasi ke luar plasma semen dan masuk ke dalam media pencuci. *Aside migration* digunakan terutama untuk ICSI (*Intra Cytoplasmic Sperm Injection*) pada sperma yang sangat sedikit.

Fakta tersebut menjadi dasar ilmiah untuk melakukan penelitian tentang efektifitas kinerja pentoksifilin terhadap kualitas spermatozoa kambing hasil seksing. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai landasan ilmiah untuk proses dasar terbentuknya bahan bioaktif dalam spermatozoa kambing lokal.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium *in vitro fertilization* Universitas Mataram, dalam kurun waktu selama 6 bulan. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental murni (*true eksperimental*) laboratorik dengan metode seksing *Sentrifugasi gradien percoll*, *filtrasi Sephadex*, *Swim up* dan kombinasi *Swim up* dengan *Aside migration* pada semen kambing lokal unggul. Kriteria penilaian kualitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah motilitas spermatozoa setelah penampungan > 70 %.

Pemisahan Spermatozoa dengan

Sentrifugasi gradien densitas percoll

Sampel semen yang berada di dasar tabung berdiameter 120 mm dengan dasar berbentuk kerucut berisi 2 lapis larutan percoll (Sigma, P-1644) yang telah disiapkan sebelumnya dalam inkubator 38,5° C. Lapisan yang berada di dasar tabung adalah larutan Percoll dengan konsentrasi 90 % sebanyak 3 ml sedang lapisan di atasnya adalah larutan Percoll dengan konsentrasi 45 % sebanyak 3 ml. Selanjutnya sentrifugasi 750 x g selama 20 menit. Pellet spermatozoa di dasar tabung dicuci dalam *Earle's Balanced Salt Solution* (EBSS, Sigma E-6132) yang mengandung 1,5 % *Bovine Serum Albumin* (BSA, FAF free, Sigma A-60003).

Pemisahan Spermatozoa dengan *Filtrasi sephadex*

Kolom Sephadex 2,5 % (Sephadex G-200, Sigma G-200-120) dalam buter dengan diameter 150 mm dan tinggi 5 cm dipersiapkan 24 jam sebelum dipakai. Sampel semen dituangkan dipermukaan

Pemisahan Spermatozoa dengan Filtrasi *Sephadex*

Kolom *Sephadex* 2,5 % (*Sephadex* G-200, Sigma G-200-120) dalam buter dengan diameter 150 mm dan tinggi 5 cm dipersiapkan 24 jam sebelum dipakai. Sampel semen dituangkan dipermukaan kolom dan katup yang berada di bagian bawah dari kolom dibuka sehingga media menetes ke bawah dan sambil menambahkan EBSS ke bagian atas kolom lewat dinding tabung untuk menjaga kesinambungan terjadinya arus aliran ke arah bawah di sela-sela butiran jel *Sephadex*, tetes ke 21 sampai dengan tetes ke 30 ditampung dalam vial. Tetes pertama sampai dengan tetes ke 20 dibuang karena belum terdapat spermatozoa di dalamnya. Selanjutnya spermatozoa yang ditampung dibersihkan dari sisa *Sephadex* dengan EBSS.

Pemisahan Spermatozoa dengan metode *Swim up*

Pemisahan sperma dengan *Swim up* dengan modifikasi sebagai berikut : (a) pellet yang berada di dasar tabung sekitar 100 ul setelah pencucian ditambahkan media EBSS sebanyak 3 ml secara perlahan pada bagian atas spermatozoa. Tabung diletakkan tegak lurus pada rak dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu kamar di dalam laminar flow. (b) sebanyak 200 ul semen diambil dengan mikropipet 2 mm dari lapisan atas media.

Pemisahan Spermatozoa dengan Kombinasi *Swim up* dengan *Aside Migration*

Perlakuan kombinasi *Swim up* dan *Aside migration* adalah sebagai berikut : (a)

buat bentukan rosset dalam petri steril dengan volume 100 ul media EBSS untuk tetes besar pada bagian tengah dan 10 ul untuk tetes kecil sebanyak 5 buah yang mengelilingi tetes yang besar. Masing-masing tetes kecil dihubungkan dengan tetes besar, (b) sebanyak 200 ul semen yang sudah mengalami *Swim up* diambil dengan mikro pipet pada kedalaman 2 mm dari permukaan media, (c) masukkan ke dalam 100 ul media EBSS, kemudian setelah 30 menit dengan mikropipet ambil sperma yang berada pada tetes kecil. Penambahan pentoksifilin dilakukan setelah dilakukan seksing spermatozoa dengan dosis 0,5 mM, 1,0 mM dan 1,5 mM. Selanjutnya dilakukan pengamatan motilitas, viabilitas dan morfologi spermatozoa.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan Uji Manova untuk mengkaji peran pentoksifilin pada masing-masing metode seksing sperma terhadap kualitas spermatozoa kambing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Sperma Setelah Penampungan

Penilaian sifat fisik sperma segar setelah penampungan dilakukan untuk mengetahui kualitas dan kuantitas sperma segar, selanjutnya dapat dijadikan sebagai indikator layak tidaknya sperma tersebut diproses lebih lanjut.

Kualitas sperma kambing yang diperoleh dari hasil penelitian ini seperti yang tercantum dalam table 1.

Tabel 1. Kualitas Sperma Semen yang Digunakan

Parameter	Nilai
Volume (ml)	1,5 ± 0,40
Warna	Krem
Konsistensi	kental
Derajat Keasaman (pH)	7,23 ± 0,32
Motilitas individu (%)	79,40 ± 2,88
Viabilitas (%)	84,56 ± 2,54
Abnormalitas (%)	8,76 ± 2,45
Konsentrasi (juta/mililiter)	3312 ± 1332,24

Kualitas sperma sebelum perlakuan pada penelitian ini menunjukkan bahwa

sperma yang digunakan mempunyai kategori normal. Volume yang diperoleh dalam

berkisar antara 70-80 persen, pH antara 6,4 - 7,8 dan viabilitas berada di atas 80 %.

Efektifitas Pentoksifilin Terhadap Kualitas Spermatozoa Hasil Seksing

Berdasarkan hasil analisis Manova menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$) pada kualitas spermatozoa antara kelompok perlakuan.

Tabel 2. Motilitas Spermatozoa Kambing antar Kelompok Perlakuan dan Kontrol

Pentok-Sifilin	Sentri-fugasi Gradien Percoll	Sephadex	Swim up	Kombinasi Swim up & Aside migration
0 mM	69 ± 2,5 a	60 ± 2,6 ab	71 ± 2,4 a	55 ± 2,4 ab
0,6 mM	79 ± 2,5 b	67 ± 2,4 bc	82 ± 2,4 b	68 ± 2,5 bc
1,0 mM	80 ± 2,3 b	67 ± 2,3 bc	85 ± 2,3 b	69 ± 2,2 bc
1,5 mM	79 ± 2,4 b	66 ± 2,4 bc	83 ± 2,5 b	69 ± 2,4 bc

Keterangan : Notasi huruf a, b, ab dan bc yang berbeda pada kolom yang sama memperlihatkan perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$)

Berdasarkan pada hasil analisis data, menunjukkan bahwa persentase motilitas pada kelompok perlakuan meningkat secara bermakna ($p < 0,05$), jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Selanjutnya dari hasil uji perbandingan berganda dengan menggunakan uji BNT menunjukkan, pemberian pentoksifilin 0,6 mM, 1,0 mM dan 1,5 mM tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap motilitas spermatozoa.

Prosedur pemisahan spermatozoa dapat menginduksi kerusakan struktur membran plasma, akrosom dan aglutinasi kepala spermatozoa sehingga dapat mengakibatkan penurunan motilitas spermatozoa. Akibat dari kerusakan ini akan dihasilkan oksidan dan radikal bebas yang merusak morfologi, motilitas dan rendahnya viabilitas spermatozoa. Pentoksifilin merupakan derivat metilxantin dapat meningkatkan motilitas dan memperpanjang masa aktif spermatozoa manusia (Arsyad, 1981), kapasitas dan reaksi akrosom (Kay *et al* (1994). Pentoksifilin dapat mempertahankan, bahkan meningkatkan motilitas dan masa aktif spermatozoa (Sumadiasa, 1999). Pentoksifilin dapat memperbaiki motilitas sperma, stimulasi oleh derivat metilxantin terhadap motilitas dan metabolisme spermatozoa adalah dengan meningkatkan siklus nukleotida intraseluler dan mempengaruhi metabolisme oksidatif.

Kondisi ini ditunjang oleh penelitian Nassar *et al* (1997), pentoksifilin dapat meningkatkan motilitas spermatozoa mencapai 20 %. Sistem kinerja pentoksifilin

adalah melalui penghambatan enzim fosfodiesterase dalam memecah siklus adenosin monofosfat (c-AMP) menjadi 5'-AMP. Sementara influk ion Ca^{++} ekstraseluler menstimulir adenil siklase yang melekat pada membran untuk memproduksi c-AMP intraseluler. Selanjutnya c-AMP bersama ion Ca^{++} merupakan regulator pergerakan spermatozoa. Siklis adenosin 3'5' monofosfat (c-AMP) merupakan nukleotida siklis yang berfungsi sebagai second messenger dalam mengatur metabolisme dan motilitas spermatozoa dengan cara meregulasi pemecahan ATP dan memberikan energi secara langsung bagi motilitas spermatozoa. Pentoksifilin merupakan pendukung utama bersama-sama dengan Ca^{++} dalam menstimulir aktivitas adenilat siklase untuk meningkatkan akumulasi c - AMP intraseluler sebagai hasil akhirnya adalah meningkatnya motilitas spermatozoa. Di samping sebagai regulator motilitas, pentoksifilin dapat berfungsi sebagai antioksidan yang dapat memperpanjang masa aktif spermatozoa. Diduga pentoksifilin dapat menghambat pembentukan radikal bebas melalui mekanisme kinerja xantin (hipoxantin), yaitu mencegah akumulasi senyawa radikal bebas yang berlebihan dan memutus rantai reaksi (*chain reaction*) secara endogen karena memiliki kelarutan dalam air yang cukup besar.

Spermatozoa hidup dan mati serta spermatozoa abnormal dapat dibedakan dengan pembuatan preparat kering dengan pewarnaan Eosin-negrosin. Perbedaan

struktur selubung akrosom dan selubung inti posterior mengungkapkan perbedaan afinitas zat warna kedua selubung tersebut. Permukaan spermatozoa dilapisi oleh sejumlah besar zat warna tetapi bila spermatozoa mati, zat warna akan masuk ke bagian tengah kepala. Hal ini merupakan dasar pewarnaan spermatozoa hidup dan mati yang membedakan keduanya.

Persentase spermatozoa hidup pada kelompok perlakuan memberikan hasil yang

lebih tinggi bila dibandingkan dengan kelompok kontrol. Perlakuan dengan pemberian pentoksifilin sebanyak 0,6 mM, 1,0 mM dan 1,5 mM cenderung menghasilkan persentase spermatozoa hidup yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan kelompok kontrol (tabel. 3). Namun secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan kemampuan hidup spermatozoa dalam kategori normal, karena jumlah spermatozoa hidup berkisar 70 % (Cummins., 1995).

Tabel 3. Viabilitas Spermatozoa Kambing antar Kelompok Perlakuan dan Kontrol

Pentok sifilin	Sentri-fugasi Gradien Percoll	Sephadex	Swim up	Kombinasi Swim up & Aside migration
0 mM	78 ± 2,3 a	69 ± 2,4 ab	80 ± 2,4 a	67 ± 2,4 ab
0,6 mM	90 ± 2,4 b	75 ± 2,2 bc	92 ± 2,3b	79 ± 2,3 bc
1,0 mM	89 ± 2,4 b	75 ± 2,3 bc	90 ± 2,3 b	72 ± 2,2 bc
1,5 mM	88 ± 2,3 b	73 ± 2,3 bc	91 ± 2,4 b	73 ± 2,2 bc

Keterangan : Notasi huruf a, b, ab dan bc yang berbeda pada kolom yang sama memperlihatkan perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$)

Persentase morfologi spermatozoa normal pada semua kelompok perlakuan lebih tinggi bila dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hasil tersebut menggambarkan

efektivitas perlakuan dalam meningkatkan jumlah spermatozoa yang mempunyai morfologi normal.

Tabel 4. Morfologi Spermatozoa Kambing antar Kelompok Perlakuan dan Kontrol

Pentok sifilin	Sentri-fugasi Gradien Percoll	Sephadex	Swim up	Kombinasi Swim up & Aside migration
0 mM	90 ± 2,3 a	89 ± 2,4 ab	88 ± 2,4 a	87 ± 2,3 ab
0,6 mM	89 ± 2,4 b	88 ± 2,3 bc	89 ± 2,3 b	89 ± 2,4 bc
1,0 mM	88 ± 2,3 b	85 ± 2,4 bc	90 ± 2,3 b	89 ± 2,3 bc
1,5 mM	89 ± 2,4 b	91 ± 2,2 bc	90 ± 2,4 b	88 ± 2,3 bc

Keterangan : Notasi huruf a, b, ab dan bc yang berbeda pada kolom yang sama memperlihatkan perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$)

Didasarkan pada hasil analisis data, menunjukkan bahwa persentase morfologi spermatozoa pada kelompok perlakuan meningkat secara bermakna ($p < 0,05$), jika dibandingkan dengan kelompok kontrol. Selanjutnya dari hasil uji perbandingan berganda dengan menggunakan uji BNT menunjukkan, pemberian pentoksifilin 0,6 mM, 1,0 mM dan 1,5 mM tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap morfologi spermatozoa.

Spermatozoa normal mempunyai bentuk kepala oval dengan 2/3 bagian tertutup

akrosom, bagian leher dan ekor memanjang ramping, tidak dijumpai adanya perlekatan antar spermatozoa maupun perlekatan lain pada membran dan akrosom (Hafez, 1995). Metode *Sentrifugasi gradien densitas percoll* menghasilkan bentuk dan motilitas spermatozoa yang baik di dalam medium EBSS, sedangkan bentuk dan motilitas spermatozoa yang tidak atau kurang baik akan terpisahkan dan mengendap dalam pellet. Pada penilaian kualitas, persentase spermatozoa mati tidak boleh melebihi persentase spermatozoa tidak motil.

Banyaknya spermatozoa hidup tidak motil dapat merupakan petunjuk adanya kelainan struktur pada flagel.

KESIMPULAN

Pemberian pentoksifilin 0,6 mM, 1,0 mM dan 1,5 mM memberikan peningkatan pada motilitas, viabilitas dan morfologi spermatozoa kambing yang diseksing dengan metode *Sentrifugasi gradien densitas percoll*, *Filtrasi sephadex*, *Swim up* dan Kombinasi *Swim up* dengan *Aside Migration*. Sedangkan suplementasi pentoksifilin menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada metode *Sentrifugasi gradien percoll* dan *Swim up* jika dibandingkan dengan metode *Sephadex* dan kombinasi *Swim up* dan *Aside migration*.

DAFTAR PUSTAKA

- Cummins, J.M. 1995. Test of sperm function. Cambridge University Press. hal 70-103.
- Correa, J.R and P.M. Zavos 1996. Preparation and recovery of frozen-thawed spermatozoa via various sperm selection techniques employed in assisted reproductive technologies. *J. Theriogenology* .46: 1225-1231.
- Check J H, Shanis B S, Cooper, S O, Bollendorf A. (1998) Male sex preselection: swim-up technique and insemination of women after ovulation induction. *Journal Architect Andrology*. 23(2):165-166
- Daniel. C, L. Denise and G. Jean. 1996. Nuclear maturity of human spermatozoa selected by swim-up or by percol gradient centrifugation procedures. *Fertility and Sterility*, 65(1)160-4.
- Gordon I. 1997. *Laboratory production of cattle embryos*. *Biotechnology in Agriculture*, 11.I. Gordon (Editor) CAB International. Wallingford.
- Hafez E S E. 1995. Techniques for Improving Reproduction Efficiency : semen evaluation. In.: *Reproduction in Farm Animal*. Hafez, E.S.E. (ed) sixth Ed. Lea & Febiger. Philadelphia.
- Hunter, R.H.F. 1985. Diferensiasi, Pubertas dan Siklus Estrus; Teknik Pendewasaan Gamet In Vitro, Fertilisasi, Biakan Embrio dan Penyimpanan Jangka Panjang In Vitro dalam Fisiologi dan Teknologi Reproduksi Hewan Betina Domestik. Ed. 1. Penerbit ITB Bandung hal 2-29.
- Kay-VJ, Coutts-JR, Robeertson-L, 1994. Efferct of pentoxifylline and progersteron on human sperm capacitation and acrosom reaction. *Hum Reprod* 9(12):2318-2323.
- Sumadiasa. L. 1999. Peran pentoksifilin dan vitamin E terhadap motilitas dan masa aktif spermatozoa kambing peranakan ettawah setelah simpan dingin dan simpan beku. Thesis Program Studi Ilmu Kesehatan Reproduksi Program Pasca Sarjana Universitas Airlangga.
- Tournaye, H. 1994. The effect of pentoxifylline on sperm function and embryonic development and its use in the treatment of male-factor infertility. Thesis. Vrije Universiteit Brussel, Belgium.
- Windsor D P, Evans G, White I G. (1993) Sex predetermination by separation of X and Y chromosome-bearing sperm : A Review. *Reproduction, Fertility and Development* 5: 155-171.
- Yavetz H; R. Hauser R; Z.T. Homonnai ZT; G.F Paz; J.B. Lessing , A. Amit ; I. Yogev. 1997. Separation of sperm cells by sedimentation tecchnique is not suitable for I vitro fertilization purposes. *Hum Reprod* 8(2):211-4
- Yovic, J.L. 1993. Pentoxyfylline : Action and aplication in assisted reproduction. *Hum reprod* 8: 1786-91.
- Zavos P M. (1995) Preparation of human frozen -thawed seminal specimens using the sperm prep filtration method improvements over the conventional swim-up method. *Journal Fertility and Sterility* 57:1326-1330.

Zavos, P.M. 1997. Preparation of human Frozen -thawed seminal specimens using the spermprep filtration method improvements over the conventional swim-up method. *J.Fertil Steril* , 57:1326-1330.

Zaneveld, L.J.D., De Jonge C.J., Anderson, R.A., Mack, S.R. 1985. Human sperm capacitation and the acrosom reaction. *Hum.reprod* 6:1265-1274.

Penggunaan Duckweed (Family Lemnaceae) Dalam Ransum dan Pengaruhnya Terhadap Tumbuh Kembang Karkas, dan Non Karkas Kambing Kacang

The Used Of Duckweed (Family Lemnaceae) In Ration and It Effect On Carcass and Noncarcass Devlovmntal growth of Kacang Goats

RIDAWAN

Fakultas Peternakan Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram NTB Telp. (0370) 633603

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium terapan (Teaching Farm) Fakultas Peternakan UNRAM, untuk mengkaji (mempelajari) pengaruh penggunaan duckweed sebagai sumber protein ransum terhadap tumbuh kembang karkas dan non karkas kambing kacang. Penelitian ini didesain menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola tersarang (nested).

Analisis data dilakukan dengan klasifikasi dwi-arah dengan anak sampel, dan uji jarak berganda Duncan's digunakan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Analisis regresi setelah sidik ragam dilakukan untuk pendekatan pada persamaan Huxley. Analisis koefisien regresi digunakan untuk menginterpretasi tumbuh-kembang, waktu perkembangan dan potensi pertumbuhan dan periode perkembangan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daging tumbuh dan berkembang paling cepat ($P < 0,05$) pada level duckweed 20% dan paling lambat pada level duckweed 60%. Laju pertumbuhan tulang paling lambat ($P < 0,05$) pada level duckweed 20% dan sama pada level lainnya. Koefisien pertumbuhan lemak paling tinggi ($P < 0,05$) pada level 0% duckweed. Komponen non karkas memiliki kecepatan pertumbuhan sama ($P > 0,05$) dengan kecepatan pertumbuhan karkas dan potensi tumbuh tergolong rendah.

Kata Kunci : Tumbuh-kembang, Karkas, Non Karkas, Daging, Tulang dan Lemak.

ABSTRACT

This research was carry out to study devlovmnt and growth of kacang goats with duckweed was user as protein resurces in ration. The study was design into nested a Completely Randomized Design (CRD).

Data were analyzed in two-way clasification with sub sampel. Duncan's multiple range test was used to detirmine diffrnces between treatmen. After the analyzing the variance where transformed data, the regression analysis was aplied to rise Huxley's. The regression coffecient for interpreting the term of devlovmntal growth, the period devlovmen and growth portency.

The experimen resulted that muscule devlovmntal growth paster ($P < 0,05$) at duckweed level 20% and slower at 60%. The bone growth rate are lower ($P < 0,05$) at 20% of duckweed level and same for any other levels. Fats growth coffecient are higher ($P < 0,05$) at 0% level duckweed. Composition of un edible oppal (noncarcass) have same growth ($P > 0,05$) with carcass growth rate and lower growth potency.

PENDAHULUAN

Problem utama yang dihadapi dalam produksi ternak kambing adalah tidak terjaminnya ketersediaan pakan (khususnya hijauan) sepanjang tahun, baik kualitas maupun kuantitas. Pada musim kemarau umumnya ketersediaan pakan berupa daun-daunan maupun rumput-rumputan terbatas

dengan kualitas yang lebih rendah. Hal ini mengharuskan para peternak untuk mencari alternatif lain yang bisa digunakan sebagai bahan pakan ternak, baik berupa limbah pertanian, perkebunan maupun pakan inkonvensional lainnya. Salah satu sumber pakan inkonvensional adalah gulma air yaitu *duckweed* dari famili *lemnaceae* yang banyak ditemukan di daerah-daerah perairan seperti

kolam, embung, dan lahan sawah pada saat masih tergenang air. Hijauan ini belum dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak, padahal kandungan nutrisi terutama proteinnya tinggi. *Duckweed* dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak maupun pakan ikan, karena memiliki nilai nutrisi lengkap, kandungan protein dan asam amino esensialnya tinggi (Leng *et al.*, 1994). Produksi biomasa *duckweed* 36 – 56 ton/ha/tahun dan apabila dipanen 2 – 3 kali setiap minggu produksinya dapat mencapai 65 ton/ha/tahun (Oron *et al.*, 1987). Pemanfaatan *duckweed* sebagai pakan ternak memberikan konversi pakan yang lebih baik dibanding pakan pelet (Geigher *et al.*, 1984).

Kinerja produksi kambing Kacang belum banyak diketahui walaupun sudah banyak dilakukan penelitian. Hasil-hasil penelitian pada ternak domba menemukan bahwa koefisien alometrik daging lebih besar dari satu, yang berarti daging tergolong masak lambat, sedangkan penelitian pada kambing Kacang menunjukkan bahwa jaringan ikat dan tulang mempunyai sifat masak dini dengan laju pertumbuhan lebih lambat dibanding dengan pertumbuhan karkasnya. Tulang sebagai kerangka tubuh merupakan komponen yang tumbuh dan berkembang paling dini, kemudian disusul oleh daging atau otot dan terakhir adalah jaringan lemak (Forres *et al.*, 1975; Berg dan Butterfield, 1978). Selanjutnya melaporkan bahwa pada waktu ternak lahir, tulang sudah berkembang dan pertumbuhan selanjutnya lebih lambat dari pada bagian karkas yang lain. Owen (1976) melaporkan persentase tulang pada saat lahir sampai berumur 41 minggu mengalami penurunan yaitu dari 17,3 % menjadi 5,9 %.

Berg dan Butterfield (1976 atau 1978) melaporkan bahwa pertumbuhan otot disekitar leher pada kambing jantan lebih baik dari pada betina. Besarnya proporsi lemak karkas dipengaruhi oleh tebal lemak punggungnya, dimana semakin luas urat daging mata rusuk dan makin tebal lemak punggungnya, maka semakin besar pula proporsi urat daging dan lemak karkas (Romans dan Ziegler, 1974 ; Berg dan buterfield 1976). Semakin bertambahnya umur pada kambing prosentase jaringan ototnya menurun, yaitu 27% pada saat kelahirannya menjadi 24% setelah kambing berumur 41 minggu (Owen, 1976). Informasi yang jelas mengenai pertumbuhan jaringan

tubuh ternak kambing, belum banyak diungkapkan.

Penggunaan *duckweed* sebagai sumber protein diharapkan bernilai ekonomis dan menguntungkan dalam rangka peningkatan kualitas produksi, sehingga pengkajian aspek tumbuh-kembang menjadi menarik. Hasil penelitian ini diharapkan berkontribusi bagi penemuan bahan pakan inkonvensional yang bermanfaat dalam usaha untuk meningkatkan kualitas produksi ternak khususnya kambing.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Materi

Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah : (1). Empat puluh delapan ekor kambing Kacang jantan umur lepas sapih, yang diperoleh dari peternakan rakyat yang ada disekitar lokasi penelitian. (2). Kandang individual sebanyak 48 buah yang terbuat dari kayu dan bambu berukuran 1 x 1 x 1 m². dan (3). Timbangan berkapasitas 50 kg dengan kepekaan 50 g untuk menimbang bobot badan dan karkas. Selain itu digunakan juga timbangan dengan kapasitas 2 kg dengan kepekaan 10 g untuk menimbang bahan pakan.

Perlakuan

Perlakuan ransum pada penelitian dibedakan berdasarkan tingkat pemberian *duckweed* dalam ransum, sebagai berikut :

- R1 = Rumput lapangan + konsentrat dengan 0 % *duckweed*
- R2 = Rumput lapangan + konsentrat dengan 20 % *duckweed*
- R3 = Rumput lapangan + konsentrat dengan 40 % *duckweed*
- R4 = Rumput lapangan + konsentrat dengan 60 % *duckweed*

Pakan konsentrat disusun dari campuran *duckweed*, gaplek, ampas tahu, dedak halus, kedelai, minyak kelapa dan mineral. Semua ransum percobaan bersifat isonitrogen dan isokalori, serta disusun sesuai dengan kebutuhan untuk pertumbuhan ternak kambing (NRC, 1981).

Pemotongan

Kambing dipotong secara seri, pemotongan pertama dilakukan pada bobot 10 kg, pemotongan berikutnya berturut-turut adalah 11.0 kg, 12.1 kg, 13.3 dan 14.6 kg (setiap

kenaikan 10%). Ternak yang akan dipotong dipuaskan, sehingga jarak waktu antara pemberian makanan dan pemotongan ± 18 jam dan seragam untuk semua ternak. Bila bobot hasil pemuasaan tidak sesuai, maka ternak tersebut diberi ransum kembali sampai mencapai bobot yang cukup untuk dipuaskan, kemudian dipotong.

Setelah di potong tubuh kambing digantung pada kaki belakang. Kulit dan testis dilepas dari tubuh kambing. Dinding perutnya dibelah sampai dada. Saluran pencernaan, saluran urinaria, isi rongga dada dan rongga perut dikeluarkan untuk ditimbang bobotnya. Lemak pelvik dan lemak ginjal dipisahkan dan ditimbang, tetapi dimasukkan dalam karkas, sedangkan diafragma tidak termasuk karkas. Karkas ditimbang, dimasukkan kedalam kantong plastik untuk didinginkan selama 24 – 48 jam pada suhu 2 °C. setelah selesai didinginkan, karkas tersebut diuraikan (diseksi) berdasarkan komponen karkasnya, yaitu jaringan ikat, otot, tulang dan lemak. Masing-masing jaringan ditimbang sebagai bobot jaringan ikat karkas, bobot tulang karkas, bobot otot karkas dan bobot lemak karkas.

Peubah yang Diamati dan Pengukurannya

1. **Bobot Potong.** Diperoleh dari penimbangan ternak sesaat sebelum pemotongan pada bobot yang telah ditentukan, dengan terlebih dahulu dipuaskan selama 18 jam sebelum pemotongan.
2. **Bobot Karkas.** Bobot setelah dilakukan pemotongan, pengulitan, kepala dihilangkan, kaki dipotong mulai dari tarsus dan karpus kebawah, ekor dan organ-organ dalam (kecuali ginjal) dikeluarkan.
3. **Bobot Komponen Karkas.** Dilakukan penguraian karkas yaitu memisahkan bagian-bagiannya seperti diperoleh daging, lemak dan tulang, menggunakan

seperangkat alat seset dan kemudian bagian-bagian tersebut ditimbang sebagai bobot komponen karkas.

4. **Bobot non Karkas.** Diperoleh dari penimbangan bagian-bagian tubuh ternak selain karkas dan dicatat sebagai bobot non karkas.

Analisa Data

Karkas dan komponennya serta non karkas dinyatakan dalam satuan rata-rata bobot. Untuk melihat efek pemberian *duckweed* terhadap karkas dan non karkas beserta komponennya maka dilakukan analisis ragam dari rancangan acak lengkap (RAL) pola tersarang (*nested*) pada kelompok bobot potong. Pengaruh ransum pada produksi dipelajari dengan analisis ragam. Untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan diuji dengan uji jarak Duncan's (Steel and Torrie, 1981). Interpretasi aspek tumbuh-kembang antar variabel dianalisis menggunakan persamaan alometrik Huxley, dengan rumus $Y = ax^b$ seperti dianjurkan Natasasmita (1978). Bentuk logaritmik dari persamaan tersebut adalah $\log Y = \log a + b \log X$, dengan keterangan $Y =$ bobot komponen tubuh/karkas yang mengalami tumbuh-kembang, $x =$ bobot tubuh keseluruhan atau bobot karkas, $a =$ intersep (konstanta), dan $b =$ koefisien pertumbuhan relatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Alometrix Bobot Kosong, Karkas dan Komponennya Terhadap Bobot Potong.

Koefisien alometrix bobot kosong (BKO), bobot karkas (BKA), bobot daging (BDG), bobot lemak (BLE) dan bobot tulang (BTL) terhadap bobot potong pada berbagai level pemberian *duckweed* selengkapnya dicantumkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Koefisien Pertumbuhan Alometrix (b) BKO, BKA, BDG, BLE dan BTL terhadap Bobot Potong Pada Masing-masing Perlakuan

Komponen	Ransum							
	R1		R2		R3		R4	
	B	±sb	b	±sb	b	±sb	b	±sb
BKO	1.413 ^a	0.096	1.340 ^a	0.122	1.244 ^a	0.100	1.044 ^b	0.161
BKA	1.476 ^a	0.156	1.657 ^a	0.226	1.564 ^a	0.218	0.983 ^b	0.206
BDG	1.776 ^b	0.286	2.370 ^a	0.355	1.903 ^b	0.278	0.825 ^c	0.305
BLE	2.864 ^a	0.772	0.659 ^c	1.007	1.252 ^b	0.505	2.119 ^b	0.508
BTL	0.320 ^b	0.259	0.527	0.285	0.762 ^a	0.386	0.671 ^a	0.324

Keterangan : Superskrip yang Berbeda pada Baris yang Sama Menunjukkan Respon Berbeda Nyata ($P < 0.05$)

Koefisien pertumbuhan alometrik karkas dan komponennya terhadap bobot potong tertera pada Tabel 1. Bobot potong tumbuh dengan kecepatan sama pada masing-masing ransum perlakuan R1, R2, R3 dan nyata ($P < 0.05$) lebih lambat pada R4. Keadaan yang sama juga terjadi pada komponen bobot karkas. Bobot daging tumbuh dan berkembang paling cepat ($P < 0.05$) pada R2, kemudian sama antara R1 dengan R3 dan paling lambat terjadi pada R4, sedang bobot lemak tumbuh dan berkembang paling cepat pada R1, dan berpotensi sama terhadap bobot potong pada R3 dan R4 dan paling lambat pada R2.

Koefisien alometrik bobot tulang terhadap bobot potong tumbuh sama cepat pada ransum R2, R3, dan R4, kemudian bobot tulang terhadap bobot potong pada ketiga ransum tersebut nyata ($P < 0.05$) memiliki laju pertumbuhan lebih cepat dibanding pada R1. Fenomena bervariasinya pertumbuhan alometrik karkas dan komponennya terhadap bobot potong diduga disebabkan oleh perbedaan nutrisi pada masing-masing ransum.

Pertumbuhan Alometrik Bobot Karkas dan Komponennya Terhadap Bobot Tubuh Kosong

Koefisien pertumbuhan alometrik BKA pada ketiga ransum R1, R2, dan R3 berbeda tidak nyata dan ketiga ransum tersebut nyata

lebih tinggi ($P < 0.05$) dibanding koefisien pertumbuhan alometrik BKA pada ransum R4 terhadap bobot tubuh kosong. Hal ini diduga disebabkan oleh perbedaan pada BDG, BLE dan BTL. Koefisien pertumbuhan alometrik BDG terhadap bobot tubuh kosong ransum R2 nyata lebih besar ($P < 0.05$) dibanding BDG terhadap bobot tubuh kosong pada ransum R1, R3 dan R4. Ini menunjukkan bahwa ransum R2 lebih baik daripada ransum R1, R2 dan R4 dalam hal pertumbuhan alometrik BDG terhadap bobot tubuh kosong. Hal ini disebabkan karena kadar lemak yang lebih rendah pada R2.

Koefisien pertumbuhan alometrik BLE terhadap bobot tubuh kosong paling tinggi pada kambing yang diberi ransum R1, kemudian diikuti dengan R3 dan R4 dan paling kecil R2. Hal ini mungkin disebabkan karena laju pertumbuhan alometrik BKA dan BDG yang tinggi pada R2 atau diduga sebagai akibat dari lebih tingginya kandungan serat pada R1, sehingga kambing yang mendapat ransum R1 memiliki koefisien pertumbuhan alometrik BLE lebih besar ($P < 0.05$) dibanding kambing yang mendapat ransum R2, R3 dan R4.

Tabel 2. Koefisien Pertumbuhan Alometrix (b) BKA, BDG, BLE dan BTL terhadap Bobot Tubuh Kosong Pada Masing-masing Ransum

Komponen	Ransum							
	R1		R2		R3		R4	
	B	±sb	b	±sb	b	±sb	B	±sb
BKA	1.029 ^a	0.099	1.236 ^a	0.119	1.270 ^a	0.127	0.933 ^b	0.128
BDG	1.248 ^b	0.185	1.763 ^a	0.206	1.521 ^b	0.188	0.919 ^c	0.192
BLE	2.079 ^a	0.495	0.716 ^c	0.701	1.065 ^b	0.372	1.550 ^b	0.533
BTL	0.178 ^c	0.184	0.336 ^b	0.211	0.637 ^a	0.292	0.503 ^b	0.293

Keterangan : Superskrip yang Berbeda pada Baris yang Sama Menunjukkan Respon Berbeda Nyata ($P < 0.05$) pada Rataan Bobot Tubuh Kosong. BKA, BDG, BLE, dan BTL Secara Berturut-turut adalah Bobot Karkas, Daging, Lemak dan Tulang.

Hal ini dibuktikan dengan rendahnya koefisien pertumbuhan alometrik BTL terhadap bobot tubuh kosong pada ransum R1. Koefisien pertumbuhan alometrik dari BKA, BDG, dan BTL masing-masing terhadap bobot tubuh kosong ransum disajikan pada Tabel 2.

Pertumbuhan Alometrik Bobot Daging, bobot Lemak, Bobot Tulang Terhadap Bobot Karkas.

Koefisien pertumbuhan alometrik bobot daging, bobot lemak, dan bobot tulang

terhadap bobot karkas diperlihatkan pada tabel 3. Koefisien alometrik BDG terhadap bobot karkas dari ternak yang memperoleh ransum R2 nyata paling besar ($P < 0,05$) dibanding ransum lainnya, kemudian ransum R1 sama dengan R3, sedangkan koefisien pertumbuhan alometrik paling kecil pada R4. Hasil ini menunjukkan bahwa ransum R2 dengan komposisi duckweed 20% dalam ransum memberikan pertumbuhan alometrik bobot daging terhadap bobot karkas terbaik.

Tabel 3. Koefisien Pertumbuhan Alometrix (b) BDG, BLE dan BTL terhadap Bobot Karkas Pada Masing-masing Ransum

Komponen	Ransum							
	R1		R2		R3		R4	
	b	±sb	b	±sb	b	±sb	B	±sb
BDG	1.239 ^b	0.102	1.415 ^a	0.105	1.185 ^b	0.100	0.995 ^c	0.136
BLE	1.751 ^a	0.527	0.783 ^b	0.513	0.938 ^b	0.232	1.496 ^a	0.533
BTL	0.220 ^a	0.165	0.178 ^a	0.174	0.449 ^a	0.225	0.645 ^b	0.257

Keterangan : Superskrip yang Berbeda pada Baris yang Sama Menunjukkan Respon Berbeda Nyata ($P < 0.05$) pada Rataan Bobot Tubuh Kosong. BDG, BLE dan BTL secara berturut-turut adalah Bobot Daging, Lemak dan Tulang.

Kondisi pertumbuhan alometrik BDG terhadap bobot karkas seperti diuraikan di atas bertentangan dengan pertumbuhan alometrik BLE terhadap bobot karkas, yaitu ransum R1 menunjukkan koefisien pertumbuhan alometrik paling besar dibanding dengan ransum lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa pertumbuhan lemak terhadap bobot karkas lebih baik pada ransum kontrol. Koefisien pertumbuhan alometrik bobot tulang terhadap bobot karkas seperti terlihat pada tabel 3, ternyata paling besar terjadi pada ransum R4. Ini berarti bahwa untuk pertumbuhan alometrik bobot tulang terhadap bobot karkas lebih baik pada

ransum R4 jika dibanding dengan ransum lainnya. Hal ini disebabkan karena perbedaan pola pertumbuhan alometrik pada bobot daging dan bobot lemak terhadap bobot karkas justru rendah pada ransum R4.

Pertumbuhan Alometrik Komponen Non-Karkas terhadap Bobot Potong Pada Masing-Masing Ransum

Pertumbuhan alometrik komponen non karkas seperti, hati, limpa, jantung, paru-paru, alat pencernaan, usus kecil, usus besar, kepala, kaki dan ekor terhadap bobot karkas berbeda tidak nyata terhadap bobot karkas, hasil penelitian dan perhitungan tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Koefisien Pertumbuhan Alometrix (b) Bobot komponen Non-karkas terhadap Bobot Potong Pada Masing-masing Perlakuan

Komponen	Ransum							
	R1		R2		R3		R4	
	B	±sb	b	±sb	b	±sb	b	±sb
Hati	-0.247 ^a	0.641	0.613 ^a	0.618	-0.466 ^a	0.466	-0.275 ^a	0.347
Limpa	-1.572 ^a	0.477	0.611 ^a	0.758	-1.304 ^a	0.539	-1.121 ^a	0.481
Jantung	0.364 ^a	0.452	0.158 ^a	0.171	-0.102 ^a	0.395	1.365 ^a	1.409
Paru-paru	-0.159 ^a	0.509	-0.365 ^a	0.445	-0.403 ^a	0.525	-0.374 ^a	0.337
Alat Cerna	0.057 ^a	0.329	0.806 ^a	0.170	0.630 ^a	0.249	0.535 ^a	0.237
Usus Kecil	-0.453 ^a	0.482	1.628 ^a	0.450	0.615 ^a	0.369	1.013 ^a	0.602
Usus Besar	-0.122 ^a	0.442	0.317 ^a	0.298	0.265 ^a	0.454	0.390 ^a	0.259
Kepala	-0.457 ^a	0.274	0.024 ^a	0.168	0.208 ^a	0.227	0.495 ^a	0.284
Kaki	-0.771 ^a	0.213	-0.558 ^a	0.192	-0.593 ^a	0.411	0.435 ^a	0.304
Kulit	0.034 ^a	0.368	-0.306 ^a	0.276	0.082 ^a	0.339	-0.281 ^a	0.384
Ekor	-0.378 ^a	1.029	-0.935 ^a	0.450	-0.038 ^a	0.642	0.939 ^a	0.758

Keterangan : Superskrip yang Sama pada Baris yang Sama Menunjukkan Respon Berbeda Tidak Nyata ($P > 0.05$).

Koefisien pertumbuhan alometrik komponen non-karkas pada masing-masing ransum tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini diduga hasil tersebut disebabkan karena kandungan nutrisi ransum perlakuan hampir relatif sama untuk masing-masing perlakuan.

Hasil uji koefisien pertumbuhan semua komponen non-karkas terhadap bobot potong bernilai lebih kecil dari satu ($P < 0.05$) berarti bahwa semua komponen non karkas memiliki kecepatan pertumbuhan lebih lambat dibanding kecepatan pertumbuhan bobot karkas, sehingga potensi untuk berkembang tergolong rendah. Dengan demikian persentase bobot komponen non-karkas berkurang dengan meningkatnya bobot

karkas. Hasil ini relevan dengan hasil penelitian yang diperoleh bahwa organ tubuh, saluran pencernaan, kepala, kulit, dan kaki proporsinya menurun terhadap bobot tubuh kosong dengan meningkatnya bobot tubuh. Dalam hal tersebut juga berarti termasuk meningkatnya bobot karkas.

Pertumbuhan Alometrik Lemak Abdomen, Lemak Jantung, Lemak pelvik dan lemak Ginjal terhadap Bobot Potong pada Masing-masing Perlakuan

Pertumbuhan alometrik lemak abdomen, lemak jantung, lemak pelvik dan lemak ginjal terhadap bobot potong pada masing-masing ransum diperlihatkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Koefisien Pertumbuhan Alometrix (b) Depot Lemak terhadap Bobot Potong Pada Masing-masing Perlakuan

Komponen	Ransum							
	R1		R2		R3		R4	
	b	±sb	b	±sb	B	±sb	b	±sb
L. Abdomen	3.020 ^a	0.544	3.636 ^a	1.141	1.276 ^a	0.622	3.278 ^a	0.854
L. Jantung	1.436 ^a	1.095	3.503 ^a	1.967	0.439 ^a	0.864	2.270 ^a	0.657
L. Pelvik	0.349 ^a	0.899	2.150 ^a	1.265	1.782 ^a	0.975	4.718 ^a	1.118
L. Ginjal	5.203 ^a	1.843	3.016 ^a	1.576	1.912 ^a	0.722	4.969 ^a	1.158

Keterangan : Superskrip yang Sama pada Baris yang Sama Menunjukkan Respon Berbeda Tidak Nyata ($P > 0.05$).

Hasil uji terhadap semua koefisien pertumbuhan alometrik (Tabel 5) menunjukkan bahwa pada semua ransum yang dicobakan ternyata berbeda tidak nyata. Berarti komponen lemak abdomen, lemak jantung, lemak pelvik dan lemak ginjal tumbuh

dan berkembang sejalan dengan bobot potong. Kecepatan pertumbuhan nisbi, waktu dan potensi pertumbuhan depot lemak sama terhadap bobot potong pada masing-masing ransum.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Level duckweed terbukti berpengaruh nyata terhadap tumbuh kembang karkas dan bagian-bagiannya dan tidak berpengaruh nyata terhadap tumbuh kembang non karkas dan komponennya.
2. Ditinjau dari pertumbuhan allometrik maka penggunaan duckweed sampai 20% dapat memacu pertumbuhan karkas terhadap bobot potong dan bobot kosong serta pertumbuhan daging terhadap bobot potong, bobot kosong dan bobot karkas, sementara pemberian duckweed pada berbagai level dalam ransum tidak mempengaruhi pertumbuhan lemak dan tulang.
3. Daging tumbuh dan berkembang paling cepat pada perlakuan dua (R2) dan paling lambat pada perlakuan empat (R4), sedangkan tulang tumbuh dan berkembang paling lambat pada perlakuan dua (R2). Komponen non karkas memiliki kecepatan pertumbuhan sama dengan kecepatan pertumbuhan karkas, sedangkan potensi tumbuhnya rendah.

Saran

Saran yang perlu disampaikan untuk penggunaan duckweed sebagai sumber pakan dengan memanfaatkan informasi yang terungkap dari penelitian ini, adalah :

1. Perlu dikaji lebih mendalam mengenai tumbuh kembang karkas dan komponennya pada kambing kacang pada rentang bobot potong yang lebih luas dan pada berbagai kondisi fisiologis.
2. Khusus dalam tata ransum dan pemanfaatan duckweed sebagai bahan penyusun ransum ternak kambing perlu diteliti secara mendalam khususnya mengenai teknis pemberiannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Berg, R.T. and R.M. Butterfield. 1976. *New Concepts of Cattle Growth*. Sydney University Press.
- Forrest, J.C.m, E.D. Aberle, H.B. Hedrick, M.D. Judge and R.A. Markel. 1975. *Principles of Meat Science*. W.H. Freeman and Company, San Fransisco. 417p.
- Gaigher, I.G., D. Porath and G. Granoth, 1984 atau 1985. Evaluation of duckweed (*Lemna Gibba*) as feed for tilapia (*Oreochromis Niloticus* x *O. Aureus*) in a recirculating unit. *Aquaculture* 41 (3): 235-244.
- Leng, R.A., J.H. Stambolie and R. Bell. 1994. *Ducweed- A – Potensial High- Protein Feed Resource for Domestik Animal and Fish*. 7th AAAP Animal Science Congress. Depansar- Bali. Indonesia.
- NRC. 1981. *Nutrient Requirements of Goat : Angora Dairy and Meat Goats in Temperate and Tropical Countries*. National Academy Press. Washington D.C.
- Natasasmita, A. 1978. *Body Composition of Swamp Buffalo (Bubalus bubalis). A Study of Developmen Growth ano of sex Differences*. Ph. D. Thesis. Universitas of Melbourne. 219 p.
- Oron, G., D. Porath and H. Jansen, 1987. Performance of the duckweed species *Lemna gibba* on municipal wastewater 0for effluent renovation and protein production. *Biotech-nology and Bioengineering*, 29: 2, 258 - 268.
- Romans, J.R. and P.T. Ziegler. 1974. *The Meat We Eat*. 10th ed. The Intersate Printers and Publisher. Inc. Danvile Illinois. 766 p.
- Owen, 1976. *Sheep Production*. Bailliere Tindall, London.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie, 1981. *Prinsiple and Procedurals of Statistic : A Biometrical Opproch*. 2Nd.Ed.Mc. Graw Hill Kogakush, Ltd. Japan.
- Sudarmoyo, B. 1982. *Pengaruh Jenis Kelamin Terhadap Bagian-Bagian Badan dan Karkas Kambing Kacang*. (tesis) Bogor: Institut Pertanian Pertanian Bogor, Fakultas Pascasarjana.

Prediksi Volume Buah Berdasarkan Fitur Citra Digital Untuk Identifikasi Cacat Dalam

Estimate of Fruit Volume leaning to Digital Fiture Image to Identify the Handicap In

PANIRAN

Fakultas Teknik Universitas Mataram
Jl. Majapahit No.62 Mataram 83125, Telp./Fax:(0370)636126

ABSTRAK

Penelitian ini mencoba untuk menjajagi pembuatan alat penyortir agar dapat mengidentifikasi cacat dalam buah berdasarkan volumenya. Teknik pemrosesan citra digital 3 dimensi yang digabungkan dengan algoritma JST (jaringan syaraf tiruan) akan dimanfaatkan untuk memprediksi volume buah berdasarkan fitur bentuk. Kamera digital akan ditempatkan sedemikian rupa dengan bantuan 3 buah cermin untuk mendapatkan empat sisi buah. Agar prediksi volume buah dapat dilakukan secara adaptif, fitur bentuk akan dijadikan masukan dan latihan pada algoritma JST.

Rata-rata prediksi volume buah pir adalah $170,0674 \text{ cm}^3$, karena berat jenisnya ($\rho_{\text{pir}} = 0,783 \text{ gram/cm}^3$) maka berat rata-rata prediksi adalah $133,1628 \text{ gram}$. Sedangkan, berat rata-rata aktual adalah $132,1962 \text{ gram}$. Hubungan antara berat prediksi dan berat aktual memiliki koefisien korelasi $0,9781$. Validasi dengan pembelahan buah yang dinyatakan cacat 100% . Sedangkan Rata-rata prediksi volume buah jeruk adalah $185,860 \text{ cm}^3$, karena berat jenisnya ($\rho_{\text{jeruk}} = 0,928 \text{ gram/cm}^3$) maka berat rata-rata prediksi adalah $172,478 \text{ gram}$. Sedangkan, berat rata-rata aktual adalah $172,41 \text{ gram}$. Hubungan antara berat prediksi dan berat aktual memiliki koefisien korelasi $0,9796$. Dan kevalidan pernyataan setelah buah dibelah adalah $83,3 \%$ dapat dipercaya.

Kata Kunci: prediksi, citra digital, penyortir buah, algoritma JST.

ABSTRACT

This research investigate the feasibility of appliance of fruit sorting to identify the handicap in fruit rest on the volume. Three-dimension digital image processing techniques which is joined to by algorithm AAN (artificial neural networks), will be exploited to estimate the fruit volume rest on the shape features. Digital camera will be placed in such a manner with constructively three mirror to get four fruit side. Having taken steps of Extracted shape features, fourth of fruit side combined so that form the image three dimension. So that estimate of fruit volume can be done by adaptif, shape features will be to train and test artificial neural network methods.

mean of estimate volume of pear fruit is $170,0674 \text{ cm}^3$, because specific gravity its ($\rho_{\text{pear}} = 0,783 \text{ gram / cm}^3$) hence weight of mean prediksi is $133,1628 \text{ gram}$. While, weight of mean actual is $132,1962 \text{ gram}$. Relation of among weight estimate and heavy of actual owning correlation coefficient $0,9781$. Validasi with the fruit bisection what is expressed by handicap 100% . While mean estimate of orange volume is $185,860 \text{ cm}^3$, because specific gravity its ($\rho_{\text{jeruk}} = 0,928 \text{ gram / cm}^3$ hence weight of mean estimate is $172,478 \text{ gram}$. While, weight of mean actual is $172,41 \text{ gram}$. Relation of among weight estimate and heavy of actual own the correlation coefficient $0,9796$. And validity statement after fruit cleaved $83,3 \%$ believable.

Key word : estimate, digital image, fruit sorting, algorithm ANN

PENDAHULUAN

Sistem penyortiran merupakan hal yang sangat perlu diperhatikan oleh petani pada saat pascapanen. Buah yang cacat atau busuk sudah seharusnya tidak boleh dipasarkan untuk menjaga kualitas dan

kepuasan pelanggan. Masalah yang sering dialami adalah bila cacat tersembunyi dalam daging buah dan tidak kelihatan pada kulit buah secara visual oleh mata manusia [2]. Kejadian seperti ini akan dicoba dikaji dan ditanggulangi pada penelitian ini dengan cara menganalisis selisih berat buah tertimbang

dengan berat hasil prediksi menggunakan teknik pemrosesan citra digital dan algoritma jaringan syaraf tiruan.

Penelitian ini mencoba untuk menjajagi pembuatan alat penyortir agar dapat mengidentifikasi cacat dalam buah berdasarkan volumenya. Teknik pemrosesan citra digital 3 dimensi yang dikawinkan dengan algoritma JST (jaringan syaraf tiruan, *neural networks*) akan dimanfaatkan untuk memprediksi volume buah berdasarkan fitur bentuk. Kamera digital akan ditempatkan sedemikian rupa dengan bantuan 3 buah cermin untuk mendapatkan empat sisi buah. Setelah melakukan ekstraksi fitur bentuk, keempat sisi buah dikombinasikan sehingga membentuk citra tiga dimensi. Selanjutnya citra 3 dimensi tersebut akan dimanfaatkan untuk memprediksi volume buah melalui algoritma JST. Agar prediksi volume buah dapat dilakukan secara adaptif, fitur bentuk akan dijadikan masukan dan latihan pada algoritma JST. Jika diberikan pelatihan yang banyak dan bervariasi, algoritma tersebut akan mampu memodelkan setiap fitur bentuk untuk menghasilkan prediksi volume secara lebih akurat [4].

Dengan mengasumsikan bahwa massa jenis buah tetap, berat buah dapat diprediksi berdasarkan volumenya kemudian dibandingkan dengan berat hasil timbangan untuk mendeteksi cacat dalam buah [13]. Jika terdapat perbedaan 5% atau lebih, disimpulkan bahwa buah memiliki cacat tersembunyi dalam daging buah yang tidak kelihatan dari luar oleh mata.

Tinjauan Pustaka

Keith Forbes (2000) dalam papernya "*Volume Estimation of Fruit from Digital Profile Images*" telah melakukan penelitian dengan lingkup yang sama dengan penelitian ini. Berdasarkan citra digital yang diakuisisi secara *real time*, volume buah dan berat buah dapat diprediksi dengan tingkat keberhasilan 98%. Teknik prediksi yang digunakan memanfaatkan fitur bentuk citra buah yang diekstrak secara cermat. Fitur bentuk itu sendiri didapatkan dengan menerapkan beberapa teknik pemrosesan citra digital.

Percobaan penggunaan JST secara terpisah untuk sistem prediktor volume buah telah dilakukan oleh A. Forbes dan G. M.

Tattersfield (2001). Fitur ciri citra buah yang didapat dari algoritma wavelet menjadi masukan bagi JST. Inovasi ini memberikan hasil yang sangat memuaskan. Tercatat sedikitnya 95% volume buah apple dapat diprediksi dengan baik.

Penelitian ini mencoba untuk melakukan beberapa teknik analisis gabungan dengan mengkombinasikan antara algoritma JST dengan teknik pemrosesan citra digital. Pemrosesan citra digital dimanfaatkan untuk ekstraksi fitur bentuk yang kemudian menjadi masukan algoritma JST. Penggabungan dua teknik prediksi ini diharapkan dapat memberikan hasil prediksi volume/ berat buah secara lebih akurat.

METODE PENELITIAN

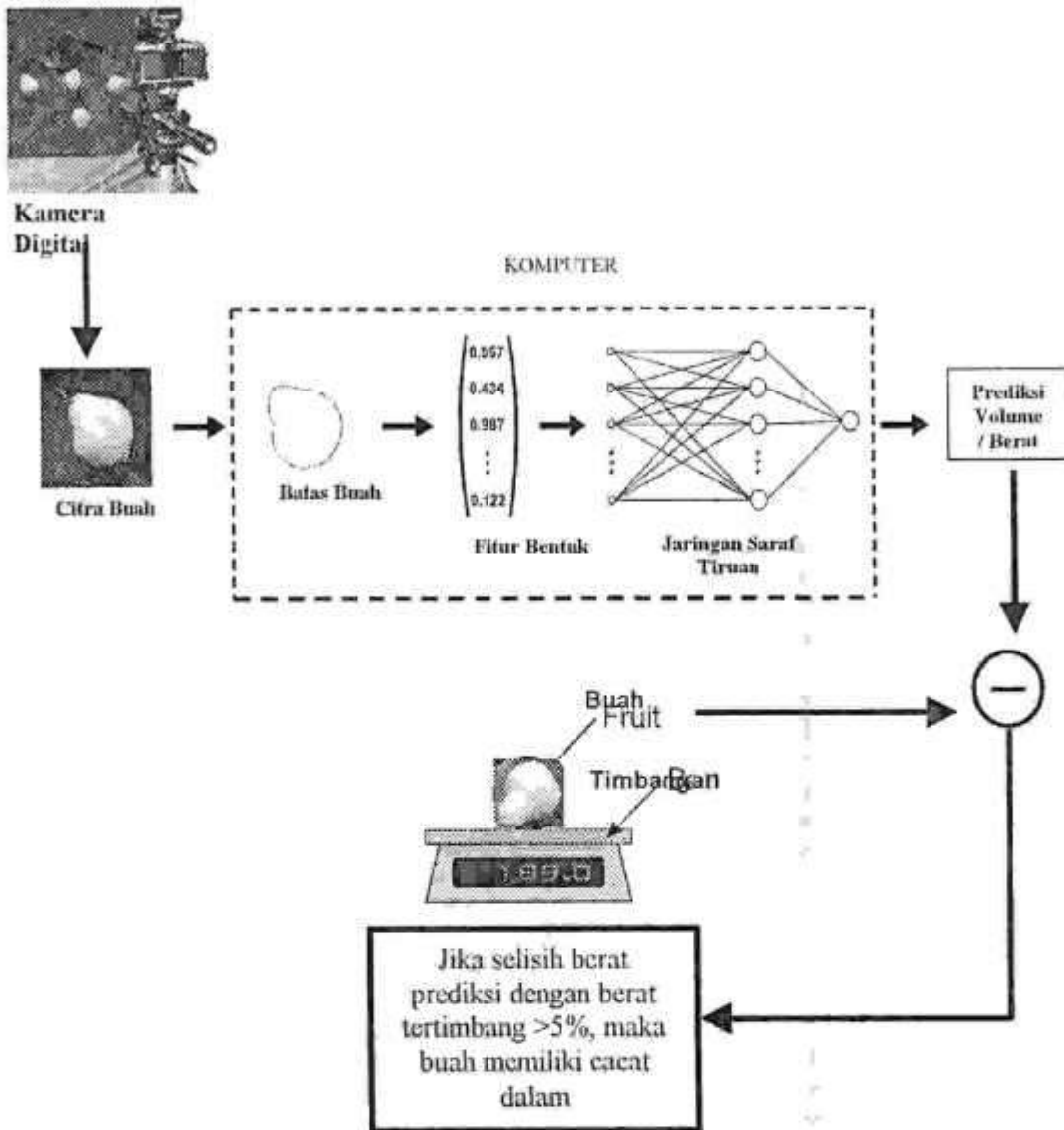
Metode penelitian yang dikembangkan dapat ditunjukkan pada Gambar 1. Teknik pemrosesan digital akan mengekstrak fitur bentuk buah. Pelatihan dilakukan sebanyak mungkin untuk pemebelajaran algoritma JST. Keluaran algoritma JST berupa prediksi volume dan berat buah akan dibandingkan dengan berat tertimbang (ditimbang oleh timbangan digital).

Akuisisi Data

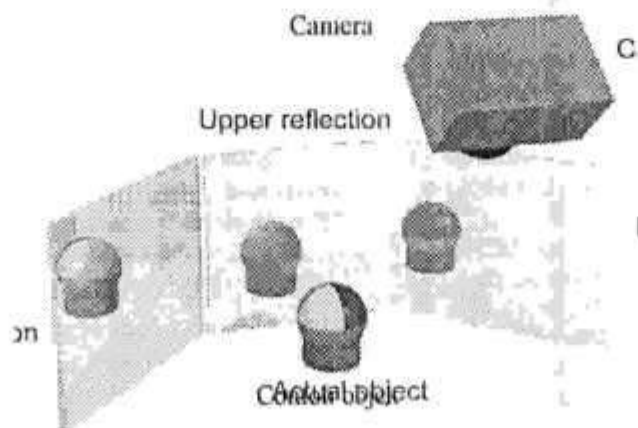
Pada proses ini menggunakan kamera digital Sony DSC-P52 untuk akuisisi citra digital buah. Kamera tersebut memiliki mode flash untuk menaikkan tingkat kontras antara buah dengan latar. Dengan bantuan tiga buah cermin, akan diperoleh empat sisi buah tanpa harus menggunakan empat kamera.

Tiap cermin dibuat melekat dan tegak lurus pada lantai. Masing-masing sudut cermin terhadap cermin sebelahnya ditetapkan 45° . Kamera ditempatkan sehingga membentuk sudut 45° dari lantai. Penempatan ini dimaksudkan untuk memperoleh keempat sisi objek (buah) yang saling tegak lurus agar dapat digabungkan menjadi citra tiga dimensi yang lebih sempurna [11].

Dengan demikian seolah-olah ada empat kamera yang memotret buah dari keempat posisi pandang yang berbeda dengan penambahan sudut sebesar 45° .

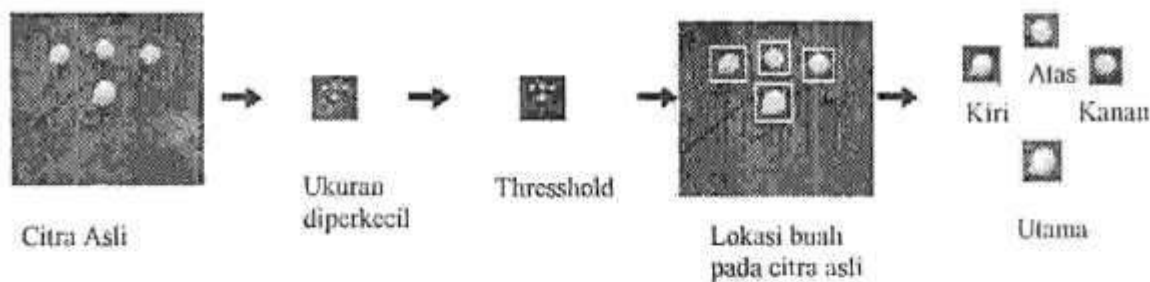


Gambar 1. Metode Penelitian



Gambar 2. Penempatan kamera digital dan tiga Cermin

Preprocessing



Gambar 3. Penempatan empat citra buah dari foto digital.

Preprocessing diperlukan untuk menempatkan empat potongan buah di dalam citra asli dan kemudian membentuk citra baru yang berisi masing-masing potongan individu buah secara terpisah. Citra yang baru merupakan citra serupa baik dalam resolusi dan skala. Suatu faktor skala ditentukan untuk masing-masing citra meliputi empat bidang pandangan. Faktor skala digunakan untuk membawa garis tepi profil buah kepada skala yang sama. Faktor pengali dari masing-masing citra diformulasikan sebagai :

$$Pengali = \sqrt{\frac{\bar{A}_{pandangan}}{\bar{A}_{PandanganUtama}}}$$

Metoda yang digunakan untuk membentuk citra grey-scale yaitu mengkombinasi ke tiga kelompok warna. Citra grey-scale diperlukan sebab mereka digunakan sebagai langkah antara di dalam pembentukan citra biner, dimana citra buah dapat dengan mudah terpisah dari latar belakangnya.

MLPS dirancang untuk mengambil tiga masukan, nilai-nilai yang merah, biru dan hijau untuk suatu pixel, dan ke satu nilai keluaran grey-level. Nilai keluaran Grey-Level ini kemudian di threshold untuk menghasilkan suatu citra biner.

Dalam rangka segmentasi MLPS berkonsentrasi pada daerah yang penting, yakni daerah perbatasan antara buah dan latar belakang (karena batas ini yang akhirnya menguraikan bentuk buah), daerah tertentu ini digunakan untuk melatih MLPS.

Ekstraksi Fitur Bentuk

Fitur bentuk ini akan dicari berdasarkan hasil kontras tersebut. Fitur bentuk tersebut merupakan masukan bagi algoritma JST yang terdiri dari 9 komponen fitur. Kesembilan komponen tersebut adalah area, perimeter, aspek rasio, jumlah ellips Fourier, faktor pembulatan, konveksitas, Soliditas, Ekstensitas, dan sirkularitas. Semua fitur ini dibahas pada referensi [7].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Metoda linier

Estimasi volume dapat dibuat sangat sederhana penggunaan area profil citra buah untuk menaksir volume. Secara fakta bahwa area dan bentuk dari profil citra buah dapat berubah-ubah tergantung pada orientasi dari buah yang mengakibatkan perbedaan bentuk posisi yang satu dengan posisi yang lain. Terutama pada buah yang tidak silindris dan simetris seperti buah pir. Untuk buah yang simetris seperti jeruk, menggunakan fitur area akan memberi suatu estimasi volume yang layak, karena profil jeruk sedikit berbeda dalam keadaan orientasi yang berbeda. Dan untuk buah yang lebih rumit seperti buah pir estimasi dapat ditingkatkan dengan mempertimbangkan fitur bentuk tambahan.

Suatu regresi linier merupakan teknik sederhana yang dapat digunakan untuk meningkatkan estimasi volume dengan mempertimbangkan fitur bentuk profil citra. Metoda ini menggunakan persamaan

$$V = KA^{\frac{3}{2}}$$

Suatu Fitur bentuk digunakan untuk meramalkan K dan secara implisit untuk mempertimbangkan orientasi buah.

Tabel 1 Koefisien korelasi K dan fitur bentuk buah jeruk dan buah pir. korelasi Yang terbaik untuk masing-masing jenis buah ditunjukkan dengan tebal.

Fitur Bentuk	Koefisien korelasi	
	Buah Jeruk	Buah Pir
Perimeter	0,348	0,559
Aspek rasio	0,119	0,572
Jumlah ellipse Fourier	0,229	0,604
Faktor pembulatan	0,291	0,639
Konveksitas	0,337	0,119
Soliditas	0,371	0,585
Ekstensitas	0,220	0,579
Sirkulitas	0,345	0,557

Tabel 2. Kesalahan estimasi volume menggunakan metoda linier dan redistribusi nya.

Metode Estimasi	Statistik	Jeruk (n=30)		Pir (n=30)	
		asli	redistribusi	asli	redistribusi
Mean volume	RMS %E [%]	23,2	30,4	4,1	33,5
	RMSE [cm ³]	51,7	49,4	7,7	49,7
	MSE [cm ⁶]	2674,1	2435,5	59,6	2469,3
	STD(MSE) [cm ⁶]	2881,4	3876,1	114,7	3456,9
Area	RMS %E [%]	3,7	4,0	3,7	7,2
	RMSE [cm ³]	8,6	8,0	7,0	14,8
	MSE [cm ⁶]	73,6	64,5	49,0	220,3
	STD(MSE) [cm ⁶]	46,5	52,6	76,1	207,0
Area ^{3/2}	RMS %E [%]	3,7	3,8	3,7	7,0
	RMSE [cm ³]	8,7	7,7	7,0	14,2
	MSE [cm ⁶]	75,3	59,1	49,1	202,7
	STD(MSE) [cm ⁶]	51,1	44,1	76,8	155,7
Area dengan K-estimator	RMS %E [%]	3,4	3,4	3,7	3,7
	RMSE [cm ³]	8,4	7,1	7,0	7,1
	MSE [cm ⁶]	69,7	50,0	48,2	50,5
	STD(MSE) [cm ⁶]	49,5	36,0	67,1	68,9
2 citra Dari Pencerminan 90 ⁰	RMS %E [%]	2,2	2,2	3,4	3,4
	RMSE [cm ³]	5,6	4,5	6,6	7,0
	MSE [cm ⁶]	31,0	20,3	43,3	48,9
	STD(MSE) [cm ⁶]	28,4	13,6	37,9	45,9
4 citra sekali pemotretan	RMS %E [%]	1,5	1,5	2,4	2,4
	RMSE [cm ³]	4,0	3,2	4,7	5,1
	MSE [cm ⁶]	16,1	10,0	21,6	25,5
	STD(MSE) [cm ⁶]	18,9	9,0	31,2	36,2

Tabel 2 menunjukkan suatu peningkatan terbatas dalam estimasi volume. Penggunaan area^{3/2} sebagai pengganti area menunjukkan peningkatan estimasi, sebab seperti sebelumnya porsi penyesuaian kurva area-volume mendekati linier.

Hasil penambahan K-estimator dapat dibandingkan dengan metoda area

dasar yang lebih sederhana untuk menaksir volume. Data jeruk menunjukkan peningkatan, RMSE yang dihasilkan dari 8,6 cm³ dalam kasus peramal area dasar ke 8,4cm³ dengan pemasukan dari K-Estimator.

Dalam kasus data asli penetapan fitur area adalah suatu prediksi yang lebih baik K

dibanding fitur bentuk lain. Koefisien korelasi area sebagai prediktor K 0.87

Jeruk menghasilkan RMSE $7,1\text{cm}^3$ yang paling rendah (area dengan K-Estimasi), terkait dengan bentuk sederhananya. Buah per, menunjukkan peningkatan yang lebih besar dari metoda area pada metoda area dengan K-Estimasi, suatu estimasi yang baik untuk buah ini dari fitur bentuk.

Metode Regresi Multi-Layer Perceptron

Multi-Layer Perceptrons (MLP) dapat menghasilkan pemetaan yang tidak linier dan mengurangi kesalahan estimasi volume pada suatu hubungan yang tidak linier dalam pemilihan fitur dan volume target jenis buah. Keuntungan lain kedua-duanya K-Predictor fitur dan area sebagai masukan MLP untuk meramalkan volume.

Tabel 3. Kesalahan estimasi volume dari berbagai citra yang menggunakan area dengan K-Estimasi tersembunyi sebagai masukan MLP.

Metode Estimasi	Statistik	Jeruk (n=30)		Pir (n=30)	
		asli	redistribusi	asli	redistribusi
Area dan fitur bentuk	RMS %E [%]	3,3	3,5	3,6	6,1
	RMSE [cm^3]	7,9	6,8	6,7	10,7
	MSE [cm^6]	62,8	46,8	44,6	115,3
	STD(MSE) [cm^6]	48,6	26,7	71,4	90,7
2 citra yang dipilih Secara acak	RMS %E [%]	2,3	2,6	3,1	3,8
	RMSE [cm^3]	5,5	5,1	5,9	7,6
	MSE [cm^6]	30,3	25,9	35,0	58,4
	STD(MSE) [cm^6]	21,1	14,6	50,9	52,0
2 citra Dari Pencerminan 90°	RMS %E [%]	2,1	2,3	2,5	3,2
	RMSE [cm^3]	4,8	4,5	4,8	6,4
	MSE [cm^6]	23,0	19,8	23,3	41,3
	STD(MSE) [cm^6]	15,4	12,4	24,7	37,9
4 citra sekali pemotretan	RMS %E [%]	1,3	1,7	1,9	2,0
	RMSE [cm^3]	2,9	3,2	3,7	4,1
	MSE [cm^6]	8,5	10,0	13,7	16,5
	STD(MSE) [cm^6]	6,2	7,4	21,0	26,3

Tabel 3. Menunjukkan hasil penggunaan MLP dengan masukan fitur bentuk dan area. Fitur yang sama dikombinasikan secara linier untuk menghasilkan estimasi volume. Estimasi volume MLP menunjukkan sedikit peningkatan dibanding metoda linier dengan masukan yang sama. Sebagai contoh, RMSE pada jeruk dari $7,1\text{cm}^3$ ke $6,8\text{cm}^3$. Menggunakan t-statistic pada MSE dan STD(MSE) menunjukkan bahwa dapat dipastikan 77,6% terjadi peningkatan hasil, jika MLP digunakan sebagai pengganti metoda linier untuk estimasi buah jeruk. Walaupun demikian, perbedaan salah satu dari kedua metoda

sangat kecil, hal itu juga menunjukkan bahwa

metode linier yang digunakan ($V = KA^3$) masih cukup layak.

Penggunaan MLP dengan masukan fitur bentuk dan area citra lebih menguntungkan. Sebagai contoh, pada estimasi volume buah pir yang menggunakan empat citra dari hasil pencerminan, ada suatu peningkatan pada RMSE dari $5,1\text{cm}^3$ menggunakan metoda linier ke $4,1\text{cm}^3$ menggunakan metoda MLP.

Validitas

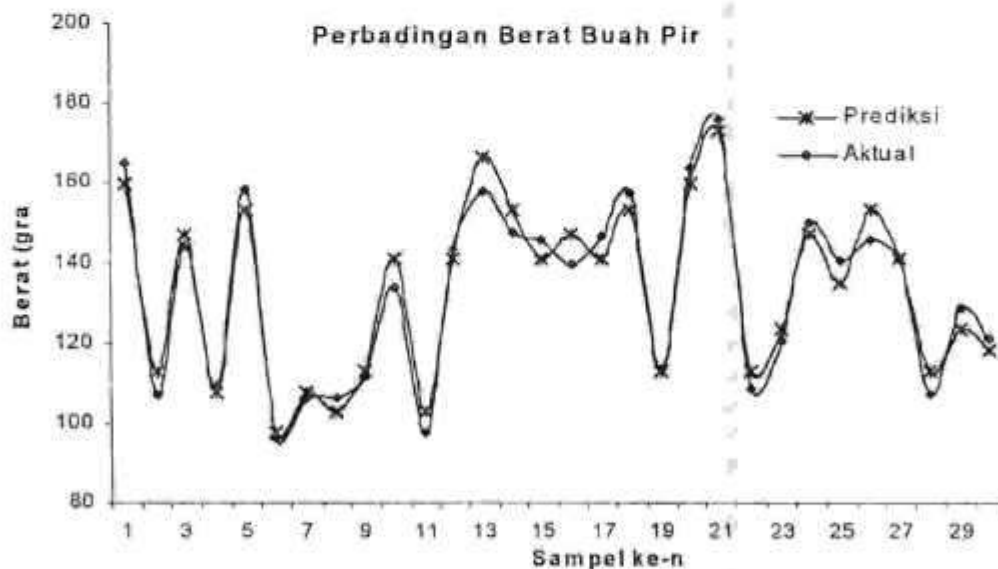
Prediksi berat buah yang dihasilkan dari fungsi estimator dibandingkan dengan

hasil penimbangan secara manual. Dan jika terjadi selisih berat mencapai 5% dari data prediksi, maka dinyatakan terjadi cacat dalam. Selanjutnya buah yang dinyatakan cacat dalam divalidasi dengan membelahnya.

Hubungan antara berat prediksi dan berat aktual buah Jeruk memiliki koefisien korelasi 0,9796. Hal ini menunjukkan bahwa prediksi berat berdasarkan fitur bentuk dari citra digital cukup berhasil. Prosentase kevalitan pernyataan adalah 83,3 % dapat dipercaya.



Gambar 4. Hubungan berat prediksi dan berat aktual buah Jeruk



Gambar 5. Hubungan berat prediksi dan berat actual buah Pir

Hubungan antara berat prediksi dan berat aktual buah Pir memiliki koefisien korelasi 0,9781. Prosentase kevalitan pernyataan adalah 100% dapat dipercaya. Namun demikian diantara buah pir yang dinyatakan baik masih ada yang cacat.

Jika ditinjau dari karakteristik buah, buah pir adalah buah yang paling cepat mengalami cacat, tidak hanya dari cacat dalam bahkan cacat luar sering terjadi terutama dalam kondisi lembab. Sehingga penetapan selisih

5 % dinyatakan cacat dalam, untuk buah pir perlu ditinjau kembali.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini merupakan pengembangan dan uji coba algoritma yang dapat mengestimasi volume buah dari profil citra digital. Buah diasumsikan berorientasi secara acak didepan kamera. metoda yang digunakan dalam penelitian ini berdasarkan pada pelatihan untuk pengaturan parameter fitur bentuk buah, jaringan syaraf tiruan dengan fungsi MLP dapat menyesuaikan diri dan banyak digunakan untuk sistem penyortiran buah yang ada.

Untuk pengembangan system penyortiran yang ada dalam hal akuisisi data dilakukan pemotretan dilingkungan cermin. Tiap cermin dibuat melekat dan tegak lurus pada lantai. Masing-masing sudut cermin terhadap cermin sebelahnya ditetapkan 45° . Kamera ditempatkan sehingga membentuk sudut 45° dari lantai. Penempatan ini dimaksudkan untuk memperoleh keempat sisi objek (buah) yang saling tegak lurus agar dapat digabungkan menjadi citra tiga dimensi yang lebih sempurna. Untuk memvalidasi estimasi volume dari fitur citra digital ditunjukkan RMS error oleh metoda tersebut. Sebagai data referensi diambil data pengukuran yang teliti yaitu menggunakan piknometer.

Penggunaan metoda jaringan syaraf tiruan dengan masukan fitur bentuk citra digital buah jeruk dapat meningkatkan estimasi dengan cukup baik yaitu memiliki RMS error $3,2 \text{ cm}^3$, sedangkan pada metoda linier memiliki RMS error $7,1 \text{ cm}^3$. Dalam kasus buah pir, setelah redistribusi volume bahwa RMS error $10,9 \text{ cm}^3$ dengan menggunakan metoda linier diperbaiki menjadi RMS error $4,1 \text{ cm}^3$ dengan penggunaan jaringan syaraf tiruan dari 8-input multi-layer perceptron (MLP).

Hasil validasi yang telah dilakukan dengan cara membelah buah yang telah dinyatakan baik/cacat berdasarkan perbandingan prediksi dan aktual. Prosentase kevalitan pernyataan untuk buah jeruk adalah 83,3% dapat dipercaya.

Sedangkan prosentase kevalitan pernyataan buah pir adalah 100% dapat dipercaya. Namun penetapan selisih 5% dinyatakan cacat dalam, untuk buah pir perlu ditinjau kembali.

Jika diterapkan pada satu jenis buah, metoda prediksi berat menggunakan fitur citra digital akan memberi prediksi berat yang cepat yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kepadatan/density rendah atau kemungkinan cacat dalam. Dengan demikian distributor dapat melakukan penolakan yang diakibatkan kepadatan/density rendah atau kemungkinan cacat dalam yang dipasok dari suplayer, atau untuk memonitor timbangan yang tidak cocok. Atau informasi prediksi berat ini dapat digunakan untuk mengemas buah secara cepat dan hemat biaya ke dalam kotak.

Saran

Pengembangan dari penelitian ini perlu diperimbangkan misalnya: untuk memperoleh hasil yang lebih baik dalam algoritma jaringan syaraf tiruan (Multi-layer Perceptrons) ini perlu dicobakan parameter fitur bentuk yang lebih banyak, seperti: varian distans, mean distans, penjumlahan circle fourier, dan sebagainya. Dan untuk memperbaiki validitas hasil penelitian jumlah buah uji harus diperbesar serta perlu adanya penerapan pada jenis buah yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Autoline Inc.** Fruit Sorting systems. <http://www.autolinesorters.com>.
- A. Forbes and G. M. Tattersfield**, 2001, An investigation into the volumetric determination of apples using machine vision techniques. In D. M. Weber, B. Herbst, and J. A. du Preez, editors, *Proceedings of the Ninth Annual South African Workshop on Pattern Recognition*, pages 55–59. PRASA.
- Bappeda NTB**, 2002, Buletin Bappeda NTB.
- Christopher M. Bishop**. *Neural Networks for Pattern Recognition*. Oxford university
- Ellips**, Electronic Fruit Sizers. <http://www.ellips.nl/fruit.html>.
- E. R. Davies**, 2001, *Neural Networks and Application*, Academic Press, 2nd edition.

- K. A. Forbes and G. M. Tattersfield**, Maret 1999, Volumetric determination of apples using neural networks techniques. *Elektron*, 16(3):14-17,.
- K. A. Forbes and G. M. Tattersfield**, September 2001, Estimating fruit volume from digital images. In *Africon*, volume 1, pages 107-112. IEEE transc on image proc.
- Keith Forbes**, 2001, *Volume Estimation of Fruit from Digital Profile Images*, Master thesis, Department of Electrical Engineering, University of Cape Town.
- Rafael C. Gonzalez and PaulWintz**, 1999, *Digital Image Processing*. Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Shumeet Baluja**, 1994 Population-based incremental learning: A method for integrating genetic search based function optimization and competitive learning. Technical report, Carnegie Mellon University
- Stanley M. Dunn, Richard L. Keizer, and Jongdaw Yu**, 2001, Measuring the area and volume of fruits using video camera,. *IEEE Transactions on Image Proc.*
- William M. Miller, Kalman Peleg, and Patrick Briggs**, 2002, Automatic density separation for freeze-damaged citrus. *Applied Engineering in Agriculture Journal* vol 2, pp:344-348,.

Perilaku Kekuatan Fatigue Notch Poros Baja 1045 Akibat Proses Tempering

Behavior Of Strength Of Fatigue Notch Axis of Baja1045 Effect Of Process of Tempering

SUJITA

Jurusan Mesin Fakultas Teknik, Universitas Mataram
Alamat : Jl.Majapahit no.62. Telp. (0370)636 087
E.Mail : ftunram.wasantara.net.id

ABSTRAK

Sifat mekanis penting material logam ferrous adalah kekuatan fatigue (*fatigue strength*). Pada elemen mesin seperti poros ber-notch akan menyebabkan perubahan kekuatan fatigue yang biasa disebut Kekuatan Fatigue Notch (*notched fatigue strength*). Kekuatan fatigue notch dipengaruhi oleh indek sensitivitas notch (*a notch sensivity index*) dengan symbol (q), yang merupakan perbandingan faktor konsentrasi tegangan fatigue (K_f) dan faktor konsentrasi tegangan teoritis/elastis (K_t).

Penelitian dilakukan dengan metode Step-Test Methode. Caranya pada pengujian fatigue, level tegangan dinaikkan secara seri sampai specimen gagal (*fail*). Dengan methode ini jumlah specimen minimal 10 – 15 specimen.

Hasil penelitian secara umum terjadi perubahan kekuatan fatigue akibat notch groove pada poros terjadi penurunan jumlah siklus rata-rata 6,33 % sampai 16,85 %. Proses tempering menaikkan jumlah siklus specimen bernoct, kenaikannya mencapai sekitar 8.3% sampai 36.5 %. Harga kekuatan fatigue diambil pada putaran antara 10^3 sampai 10^4 cycle. Faktor keamanan dengan pendekatan, rasio antara tegangan maksimum fatigue ($\sigma_{mak,t}$) dengan tegangan maksimum (σ_{mak}). Untuk cycles yang berbeda factor keamanan yang didapat akan berbeda. Pada putaran antara 10^3 sampai 10^5 cycle, (putaran 40.000), $n = 1.17$ (speciment yang ditempering) dan, $n = 1.18$ (speciment yang tidak ditempering). Sedangkan untuk putaran tak terhingga (diatas 10^5) $n_{\infty} = 2.58$, (speciment yang ditempering), $n_{\infty} = 2.69$ (speciment yang tidak ditempering).

Kata Kunci : Kekuatan Fatigue, Kekuatan Fatigue Notch, Metode Step Test

ABSTRACT

Nature of important mechanical of metal material ferrous is strength fatigue. At machine element like axis with notch will cause change of strength of fatigue which is ordinary to be referred by Strength of Fatigue Notch. Strength of notch fatigue influenced by notch sensitivitas indek with symbol (q), representing comparison of factor of stress concentration of fatigue (K_f) and theoretical factor of stress concentration / elastic (K_t).

Research with method of Step-Test Methode. Its way examination of fatigue, tension level boosted up break evenly until specimen fail. With this methode is amount of minimum specimen 10 - 15 specimen.

The result show, happened change of strength of fatigue effect of groove notch axis 6,33 % until 16,85 %. Process of Tempering is having effect of amount of cycle of notch specimen, tired increase around about 8.3% until 36.5 %. Fatigue strength taken rotation between 10^3 until 10^4 cycle. Safety Factor of approach, ratio among maximum tension of fatigue with maximum tension. For different cycles got security factor will differ. For example for rotation between 10^3 until 10^5 cycle, (40.000 cycle), $n = 1.17$ (speciment which is tempering) and, $n = 1.18$ (speciment which is not tempering). While for infinite rotation (above 10^5) $n = 2.58$, (speciment which is tempering), $n = 2.69$ (speciment which is not tempering).

Key Word : Fatigue Strength, Notched Fatigue Strength, Step Test Method

PENDAHULUAN

Sifat mekanis penting material logam ferrous adalah kekuatan fatigue (*fatigue strength*). Pada elemen mesin seperti poros ber-notch akan menyebabkan perubahan kekuatan fatigue yang biasa disebut Kekuatan Fatigue Notch (*notched fatigue strength*). Kekuatan fatigue notch dipengaruhi oleh indeks sensitivitas notch (*a notch sensitivity index*) dengan symbol (q), yang merupakan perbandingan faktor konsentrasi tegangan fatigue (K_f) dan faktor konsentrasi tegangan teoritis/elastis (K_t). Sedangkan factor yang berpengaruh terhadap harga q adalah, dimensi dari notch dan ukuran butir, yang erat kaitannya dengan proses heat treatment yang biasa dilakukan pada poros yaitu tempering.

Secara umum elemen mesin berupa poros sengaja diberi/dibentuk notch dengan bentuk groove berfungsi sebagai tempat O-ring, snap ring sebagai pengunci saat dipasang bearing dan roda gigi. Notch jika ditinjau dari kekuatan material merupakan daerah konsentrasi tegangan. Jika divisualisasikan pada titik akar notch terjadi diskontinuitas garis gaya yang menyebabkan ketidakseimbangan tegangan. Fenomena ini menimbulkan terjadinya konsentrasi tegangan pada notch terutama pada akar notch.

Untuk memperbaiki sifat mekanik pada poros biasanya dilakukan proses tempering suhu tinggi (500-650 °C). Tujuannya untuk meningkatkan keuletan setelah sebelumnya dilakukan proses hardening.

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Metode penelitian/uji fatigue yang dipakai adalah metode Step-Test Methode. Caranya pada pengujian fatigue, level tegangan dinaikkan secara seri sampai specimen gagal (*fail*). Dengan metode ini jumlah specimen minimal 10 – 15 specimen. Adapun langkah dari uji fatigue dengan Step-Test Methode adalah sebagai berikut :

- Pilih level tegangan, 70 % dari estimasi tegangan rata-rata limit fatigue. Tegangan limit fatigue untuk baja secara umum 0.5 tegangan ultimate (S_u), didapat dari uji

tarik material yang sudah merupakan standart (Juvinall, 1987).

- Specimen diuji fatigue, jika tidak terjadi kegagalan level tegangan ditambah 70 % dari harga semula untuk specimen yang sama sampai gagal.
- Catat besarnya tegangan fatigue dan jumlah siklus.
- Specimen kedua diuji, dengan level tegangan 70 % dari tegangan fatigue pertama yang telah tercatat, dengan cara yang sama sampai gagal.
- Lanjutkan sampai specimen terakhir (specimen ke 15).
- Plot semua data tegangan dan jumlah siklus sehingga didapat grafik $S - N$ (biasanya diubah dalam skala log).

Bahan dan Peralatan.

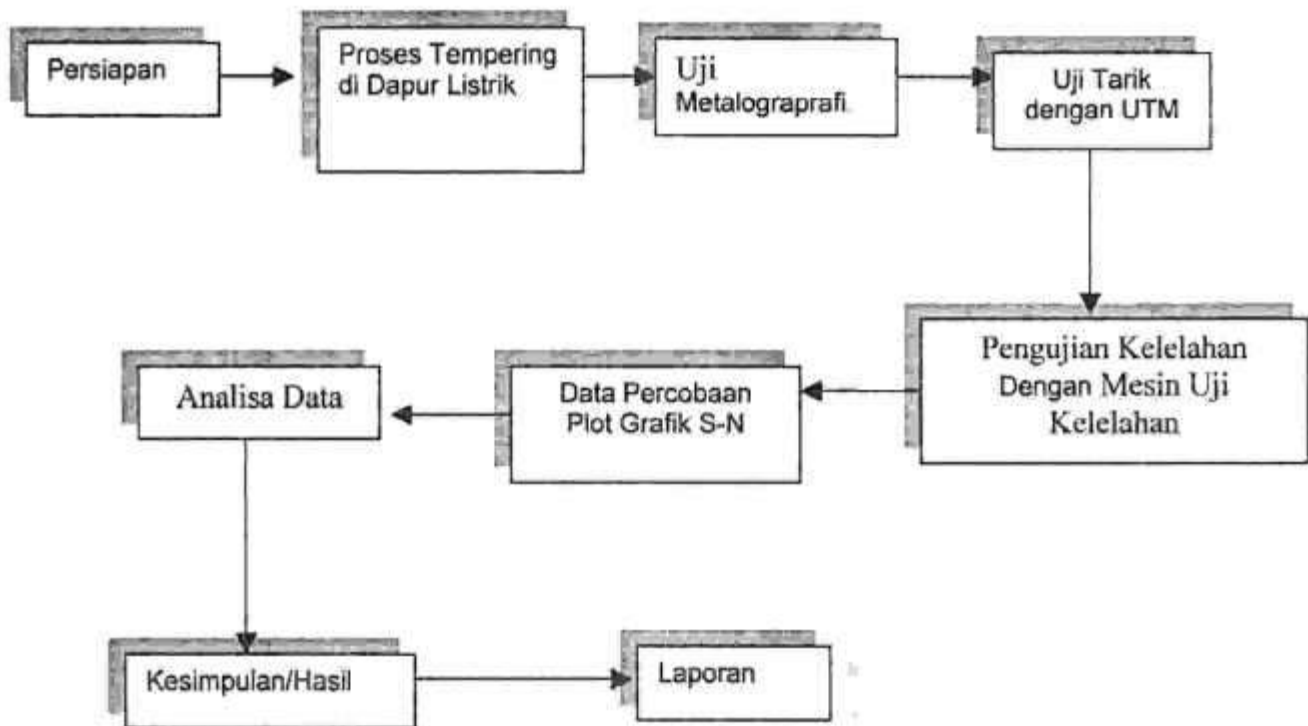
- Mesin uji kelelahan (Rotating Bending Fatigue Testing Machine Type Moment Bending).
- UTM (Universal Testing Machine).
- Dapur Listrik dengan Pengatur Suhu Otomatis
- Mikroskop Optik (uji struktur mikro/uji metalografi)
- Material poros baja jenis SAE 1045

Tahap Pengujian.

Percobaan dilakukan Laboratorium Metallurgi Jurusan Mesin dan Laboratorium Kontruksi, Jurusan Sipil, Universitas Mataram, dengan 64 specimen, dengan rincian sebagai berikut :

- Spesimen dibagi dalam dua kelompok ditempering dan tanpa tempering masing-masing 32. Dari kelompok yang ditempering dan tidak dibagi lagi jadi dua kelompok (16 dengan notch dan 16 tanpa notch)
- Untuk kelompok yang ditempering 2 (1 dengan notch dan 1 tanpa notch) untuk uji tarik dengan mesin UTM (Universal Testing Machine). Tujuannya untuk mendapatkan harga S_u material, factor konsentrasi tegangan elastis K_t dan 30 specimen untuk uji fatigue (15 dengan notch dan 15 tanpa notch) sesuai dengan syarat Step- Test Method. Demikian pula untuk kelompok
- Beban /tegangan awal pengujian 70% limit fatigue (S_n) mengacu pada Step-Test Method

Alur Kerja Penelitian Adalah Sebagai Berikut :



HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pengujian

Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui, kekuatan fatigue akibat perlakuan tempering pada poros yang ada notchnya dan tidak. Tempering dilakukan dengan pemanasan (hardening) pada suhu 800°C kemudian dipanaskan lagi pada suhu 500°C dan dinginkan di dapur. Sedangkan uji fatigue dengan metode (Step Test Methode), tegangan awal yang dipakai adalah 70% dari

tegangan ultimate yang didapat dari uji tarik yang dilakukan sebelumnya.

Dari hasil pengujian tarik untuk baja jenis SAE 1045 mempunyai harga tegangan ultimate (σ_u) sebesar 1105 N/mm^2 . Sesuai metode (Step Test Methode), tegangan awal yang dipakai adalah 70% dari ultimate (σ_a) = 0.386 KN/mm^2 , dan tegangan nominal selanjutnya adalah ditambah 70% dari tegangan nominal sebelumnya. Hasil dari pengujian seperti pada table 1 dan table 2. Dan diplot seperti tampak pada grafik Lampiran I dan II.

Tabel 1. Hasil Uji Kelelahan Speciment Tanpa Notch

No	Tegangan Nominal (KN/mm ²)	Umur Fatigue (Cycle)	
		Tanpa Tempering	Tempering
1	1.142	0	0
2	1.088	5000	8000
3	1.034	13000	15000
4	0.980	29800	30000
5	0.926	37000	38000
6	0.872	45000	50000
7	0.818	65000	67000
8	0.764	97000	100000
9	0.710	120000	125000
10	0.656	178000	187000
11	0.602	215000	240000
12	0.548	300000	325000
13	0.494	370000	400000
14	0.454	500000	520000
15	0.386	660000	690000

Tabel 2. Hasil Uji Kelelahan Speciment Dengan Notch

No	Tegangan Nominal (KN/mm ²)	Umur Fatigue (Cycle)	
		Tanpa Tempering	Tempering
1	1.142	0	0
2	1.088	3000	6600
3	1.034	13000	19200
4	0.980	27500	39000
5	0.926	37000	38000
6	0.872	39000	50000
7	0.818	65000	67000
8	0.764	95000	116000
9	0.710	170000	180000
10	0.656	178000	187000
11	0.602	215000	240000
12	0.548	220000	325000
13	0.494	315000	400000
14	0.454	400000	520000
15	0.386	600000	620000

PEMBAHASAN

Untuk specimen tanpa notch (data table 1 dan Lampiran I), pada range beban 0.710 KN/mm² sampai 1.088 KN/mm² jumlah siklus saat diuji fatigue berimpit, tidak menunjukkan

perbedaan yang significant. Hal ini disebabkan proses tempering yang dilakukan pada kondisi suhu diatas tidak berpengaruh terhadap kekuatan fatigue pada beban fatigue mendekati kekuatan tarik. Meskipun keuletan dari specimen ini meningkat, ternyata untuk

beban nominal yang tinggi (mendekati kekuatan tarik) belum menunjukkan kenaikan jumlah siklus yang berarti hanya sekitar 0.031 %. Selanjutnya untuk beban 0.494 KN/mm² sampai 0.656 KN/mm² jumlah siklus menunjukkan perbedaan, yang significant. Meningkat sekitar 8.3%. Pada range beban ini proses tempering berpengaruh terhadap kekuatan fatiguenya. Kondisi ini trennya tidak berubah sampai mencapai limit fatiguenya.

Untuk specimen dengan notch (data table 2 dan Lampiran II), secara keseluruhan proses tempering mempengaruhi jumlah siklus. Kenaikannya mencapai sekitar 36.5 % untuk beban 0.548 KN/mm² kebawah. Hal ini disebabkan proses tempering yang dilakukan pada kondisi suhu diatas tidak berpengaruh terhadap kekuatan fatigue pada daerah notch yang mempunyai konsentrasi tegangan tinggi. Sehingga bisa meningkatkan umur fatigue. Sedangkan specimen yang tidak ditempering daerah notch yang merupakan tempat konsentrasi tegangan cenderung menurunkan umur fatigue

Berdasarkan data pada Lampiran II, kekuatan fatigue notch maksimum akibat proses tempering berbeda sekitar 4.255 % (1.034 KN/mm² untuk specimen yang tidak ditempering dan 1.078 KN/mm² untuk specimen yang ditempering). Harga kekuatan fatigue ini diambil pada putaran antara 10³ sampai 10⁴ cycle. Faktor keamanan ditentukan dengan pendekatan, rasio antara tegangan maksimum fatigue (σ_{mak-f}) dengan tegangan maksimum (σ_{mak}). Untuk cycles yang berbeda factor keamanan yang didapat akan berbeda. Misal untuk putaran antara 10³ sampai 10⁵ cycle, (misal putaran 40.000), $n = 1.17$ (specimen yang ditempering) dan, $n = 1.18$ (specimen yang tidak ditempering). Sedangkan untuk putaran tak terhingga (diatas 10⁵) $n_{in} = 2.58$, (specimen yang ditempering), $n_{in} = 2.69$ (specimen yang tidak ditempering).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan analisa data hasil penelitian dapat disimpulkan :

- Kekuatan fatigue notch dan jumlah siklus dipengaruhi oleh bentuk geo-metri notch dan perubahan struktur mikro akibat proses tempering.

- Proses tempering meningkatkan keuletan pada daerah akar notch (dengan konsentrasi tegangan tinggi) sehingga bisa meningkatkan umur fatigue.
- Penentuan harga factor keamanan (safety factor) berdasarkan perbedaan jumlah siklus dan perlakuan panas (tempering) .

Saran

- Untuk penelitian lanjutan , hendaknya dilakukan pada beban nominal yang lebih besar.
- Cara pembuatan notch hendaknya diperhatikan, untuk menghilangkan factor external penyebab permulaan terjadinya retak.
- Perlu dilakukan penelitian ulang untuk bentuk notch, variasi tempering dan jenis pembeban uji fatigue yang berbeda.

UCAPAN TERIMA KASIH

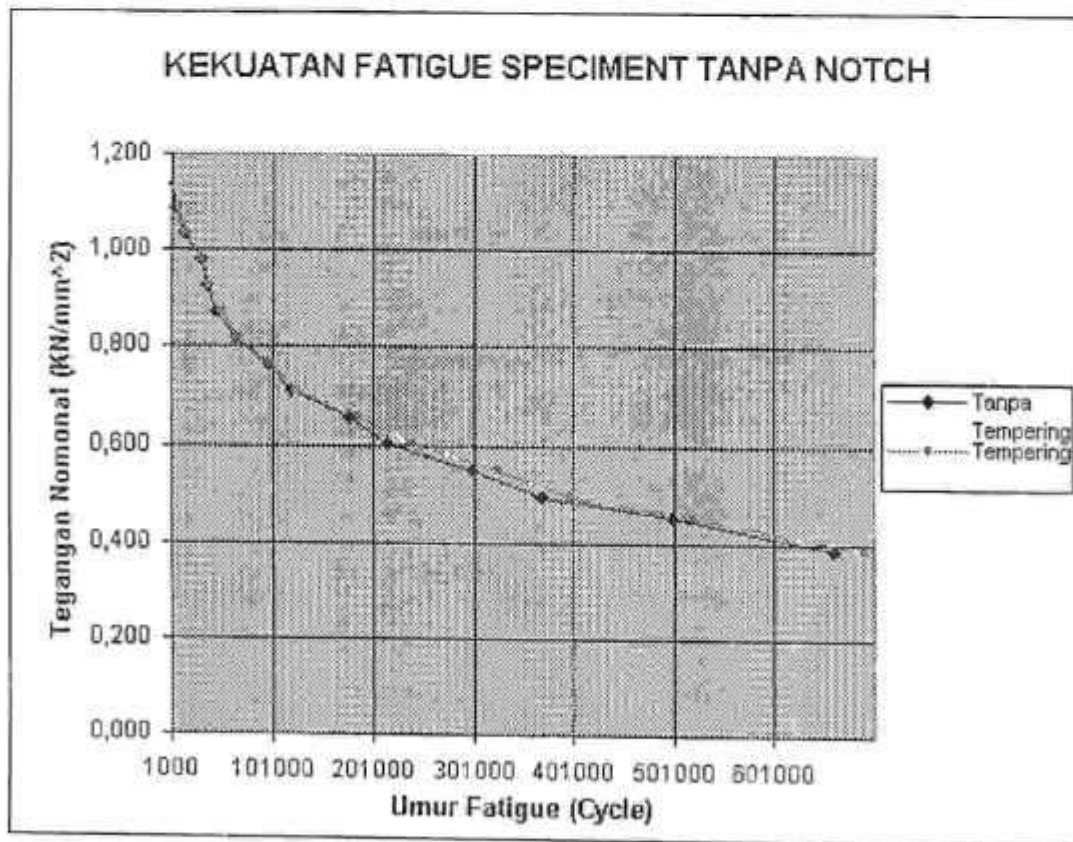
Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium Desain ITS Surabaya beserta stafnya atas kerja samanya selama penelitian berlangsung dan Dirjen Dikti Departemen Pendidikan Nasional sebagai penyandang dana penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Collins, J.A., *Failure Of Material In Mechanical Design : Analysis, Prediction And Prevention*, John Willey And Sons, 1993.
- Juvinall, Robert C., *Engineering Consideration of Stress , Strain and Strength*, Mc Graw Hill Book Yompany, 1987.
- Komotori J., Shimizu M., Kawasaki K., *fatigue strength and fracture mekanisme of steel modified by super-rapid induction heating and quenching*, International Journal Fatigue, Volume 23, Supplement 1, 2001, Pages 225-230.
- Siswosuwarno, Mardjono, *Failure Analysis On A Rail Road Axle*, Metallurgical Laboratory – Mechanical Engineering Departement-ITB, 1991.
- Vantinger T.R, Stephen R.I., *The influence High R ratio on notched fatigue behavior of 1045 steel with three different heat treatments*, International Journal Fatigue, Volume 24, Issue 12, Desember 2002, Pages 1275-1284.

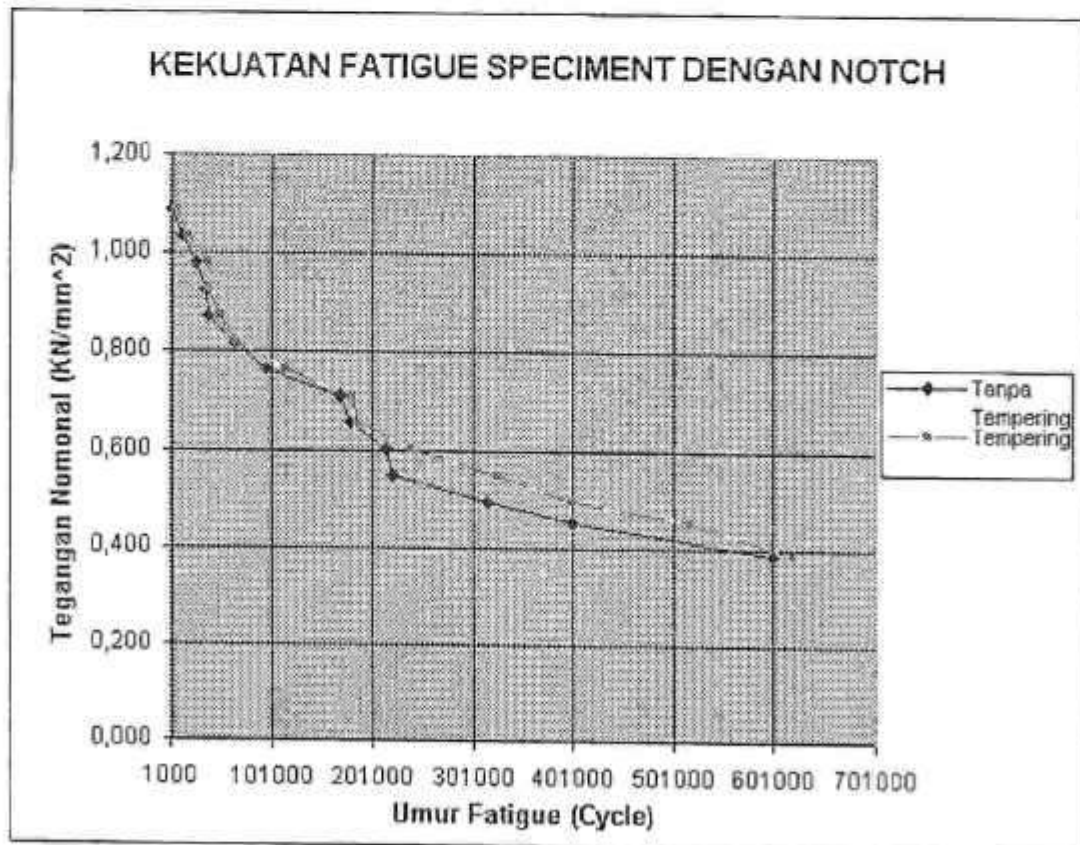
Lampiran I. Hasil Uji Kelelahan Specimen Tanpa Notch

No	Tegangan Nominal (KN/mm ²)	Umur Fatigue (Cycle) Tanpa Tempering	Tempering
1	1,142	0	0
2	1,088	5000	8000
3	1,034	13000	15000
4	0,980	29800	30000
5	0,926	37000	38000
6	0,872	45000	50000
7	0,818	65000	67000
8	0,764	97000	100000
9	0,710	120000	125000
10	0,656	178000	187000
11	0,602	215000	240000
12	0,548	300000	325000
13	0,494	370000	400000
14	0,454	500000	520000
15	0,386	660000	690000



Lampiran II. Hasil Uji Kelelahan Specimen Dengan Notch

No	Tegangan Nominal (KN/mm ²)	Umur Fatigue (Cycle) Tanpa Tempering	Tempering
1	1,142	0	0
2	1,088	3000	6600
3	1,034	13000	19200
4	0,980	27500	39000
5	0,926	37000	38000
6	0,872	39000	50000
7	0,818	65000	67000
8	0,764	95000	116000
9	0,710	170000	180000
10	0,656	178000	187000
11	0,602	215000	240000
12	0,548	220000	325000
13	0,494	315000	400000
14	0,454	400000	520000
15	0,386	600000	620000



**PENGARUH PEMASANGAN SWITCHED KAPASITOR DAYA
PADA SISTEM DISTRIBUSI 20 kV
(Studi Kasus Pada Penyulang Sembalun
PT. PLN (Persero) Wilayah NTB Cabang Mataram)**

**THE SWITCHED POWER CAPACITORS APPLICATION INFLUENCES
ON 20 KV ELECTRICAL DISTRIBUTION SYSTEM
(Case Study on Sembalun Feeders,
PT. PLN (Persero) Wilayah NTB Cabang Mataram)**

Agung Budi Muljono
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Mataram
JL. Majapahit No. 62 Mataram 83126, Telp. 0370-636126

ABSTRAK

Kualitas energi listrik pada tingkat distribusi 20 kV khususnya turunnya tegangan dan besarnya nilai rugi-rugi daya masih sering terjadi dan berlangsung dalam waktu yang cukup lama. Keadaan ini juga terjadi pada penyulang Sembalun dimana tegangan terima pada ujung jaringannya memiliki jatuh tegangan yang cukup besar hingga 17%. Diharapkan dengan dipasangnya *switched* kapasitor dapat memperbaiki profil tegangan dan mengurangi rugi-rugi pada daya penyulang tersebut.

Dalam penelitian ini akan disampaikan tentang penggunaan kapasitor daya 20 kV pada sistem distribusi dan penentuan lokasi kapasitor pada jaringan distribusi 20 kV, menggunakan analisis aliran daya metode topologi jaringan radial pada saat beban rendah dan puncak.

Hasil perhitungan dan analisa mendapatkan lokasi yang optimal sebagai tempat pemasangan kapasitor yaitu pada seksi jaringan ke 23 dimana dengan pemasangan kapasitor 900 kVar tegangan terimanya naik sebesar 1,843% dan rugi-rugi daya total berkurang dari 81,117 kVA menjadi 64,880 kVA. Sedangkan untuk pemasangan kapasitor 1200 kVar kenaikan tegangannya sebesar 2,457% dan rugi-rugi daya total menurun menjadi 59,695 kVA.

Kata kunci: Sistem distribusi 20 kV, kapasitor daya, profil tegangan, rugi-rugi daya.

ABSTRACT

Quality of electrical energy at 20 kV distribution system especially voltage drop and power loss still often happened and happen on long time. This condition also happen on feeder Sembalun where voltage drop on the receive end of feeder is so big that is about 17%. It is expected that with the application of switched capacitor on the distribution feeder, than the voltage profile could be rise and the power loss on that feeder could be reduced.

This research will be analyze and study about the implementation and usage 20 kV power capacitors on the distribution system, and also correct placement on 20 kV distribution feeders, used load flow analyze topology networks method at light and heavy load.

The equation and analysis resulting the optimal location of capacitor placement is on section 23 where applied 900 kVar capacitor attain the voltage raise up to 1,843% and the power loss reduce from 81,117 kVA to 64,880 kVA. For applied 1200 kVar capacitor, attain the voltage raise up to 2,457% and the power loss reduce become 59,695 kVA

Key words: 20 kV distribution system, power capacitors, voltage profile, power loss.

PENDAHULUAN

Energi listrik adalah bentuk energi yang saat ini merupakan penyokong kehidupan masyarakat yang sangat penting. Begitu besar peranannya maka konsekuensinya dituntut ketersediaan, kesinambungan, dampak lingkungan yang bersih, kuantitas, dan kualitas yang tinggi, serta harga yang terjangkau oleh masyarakat luas.

Besarnya pemakaian energi listrik itu disebabkan karena banyak dan beraneka ragam peralatan (beban) listrik yang digunakan. Beban listrik yang digunakan umumnya bersifat induktif, di mana beban induktif membutuhkan daya reaktif seperti trafo pada *rectifier*, motor induksi (AC) dan lampu TL. Banyaknya peralatan yang bersifat induktif tersebut menyebabkan pemborosan energi listrik. Pelanggan yang menggunakan energi listrik ternyata tidak hanya dibebani oleh daya aktif (kW) saja tetapi juga daya reaktif (kVar). Penjumlahan kedua daya itu akan menghasilkan daya nyata yang merupakan daya yang disuplai oleh PLN.

Masalah yang dihadapi pada jaringan distribusi tenaga listrik adalah bagaimana menyalurkan daya (kuantitas maupun kuantitasnya) dengan baik pada saat tertentu maupun masa yang akan datang. Karenanya perlu analisa yang tepat, yaitu analisis aliran daya untuk mengetahui tegangan, arus, daya dan rugi-rugi pada pengoperasian normal (Yusra S, dkk, 1998).

Untuk mempertahankan tegangan konstan pada sistem distribusi karena drop tegangan akan terjadi pada hampir semua bagian sistem dan akan berubah sesuai dengan adanya perubahan beban. Keadaan ini juga terjadi pada penyulang Sembalun dimana pada kondisi beban puncak terjadi jatuh tegangan hingga 17%.

Kondisi ini sangat berpengaruh terhadap pelanggan dan juga terhadap pengelola sistem kelistrikan sehingga titik-titik pada sistem distribusi terutama yang mensuplai beban-beban besar memiliki jatuh tegangan di sepanjang jaringan yang besar, karenanya perlu dilakukan usaha perbaikan unjuk kerja sistem tersebut.

Jaringan distribusi yang paling umum dipakai adalah jaringan distribusi radial dengan struktur topologi radial, sebab sistem ini sederhana dan sesuai dengan kriteria yang dituntut oleh suatu sistem distribusi tenaga listrik. Untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem distribusi dapat menggunakan analisis aliran daya dengan metode topologi jaringan tanpa iterasi (Xu W, Salmon J C dkk, 1998).

Pemasangan kapasitor pada jaringan distribusi sebagai kompensasi daya reaktif merupakan salah satu upaya untuk mereduksi rugi daya dan rugi energi, perbaikan profil tegangan dan perbaikan faktor daya.

Penelitian mengenai pemasangan kapasitor pada jaringan distribusi telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, baik untuk menentukan lokasi maupun ukuran kapasitor yang optimal.

Penelitian yang dilakukan pada jaringan distribusi pedesaan (*rural*) di Mesir yaitu pada Nagh Hammady dengan panjang 7,485 km dan daya 681,5 kVA serta faktor daya 0,864 dan jatuh tegangan pada ujung jaringan adalah 1,3%. Hasil yang diperoleh dengan kapasitor 300 kvar dan ditempatkan pada jarak 3,140 km adalah faktor daya 0,990 dan kenaikan tegangan sebesar 0,03%, sedangkan dengan kapasitor 450 kvar pada jarak 4,480 km, diperoleh faktor daya 0,999, dan kenaikan tegangan 0,490%. (Tharwat H. Fawzi, dkk., 1983)

Sebuah penelitian menganalisa dua buah model beban yaitu *Full Load Flow Model* (FLFM) dan *Equivalent Generic Single-Line Model* (EGSLM) untuk menentukan ukuran kapasitor yang optimal. Penelitian ini menyimpulkan bahwa dengan FLFM lebih akurat dibandingkan dengan EGSLM yang mana dengan FLFM menghemat biaya 8,3%, mengurangi rugi daya aktif sebesar 20%, mengurangi rugi daya reaktif sebesar 16% dan menaikkan tegangan terima sebesar 1,2%. Sedang dengan EGSLM menghemat biaya 5,5%, mengurangi rugi daya sebesar 16%, mengurangi rugi daya reaktif sebesar 17% dan menaikkan tegangan terima sebesar 0,5%. (Sharaf A.M dan Ibrahim S.T., 1996).

Penelitian lain dengan pokok permasalahan menentukan lokasi pemasangan kapasitor dan masalah selanjutnya menentukan jenis dan ukuran kapasitor yang digunakan pada sistem tersebut menghasilkan ukuran kapasitor yang digunakan 1040 kvar dan 210 kvar pada titik 52 dan 47, dan 170 kvar dan 230 kvar pada titik 11 dan 18 dari jaringan distribusi utama. (Mesut E. Baran dan Felix F. Wu, 1989).

Banyaknya penelitian mengenai hal tersebut menunjukkan bahwa pemasangan kapasitor merupakan hal yang penting guna memperbaiki profil tegangan dan mengurangi rugi daya pada jaringan. Hal ini mendorong penulis untuk melakukan penelitian pada penyulang Sembalun yang mana terjadi jatuh tegangan karena jaringannya yang cukup panjang. Konfigurasi *radial* dan daerah

pelayanan yang luas dimana penyulang tersebut hanya disuplai oleh gardu hubung Senggigi saja menyebabkan unjuk kerja dan mutu pelayanannya kurang bagus.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan lokasi pemasangan kapasitor pada jaringan distribusi 20 kV penyulang Sembalun untuk memperbaiki profil tegangan dan mengurangi rugi-rugi daya sepanjang jaringan tersebut.

Dasar Pengaturan Tegangan

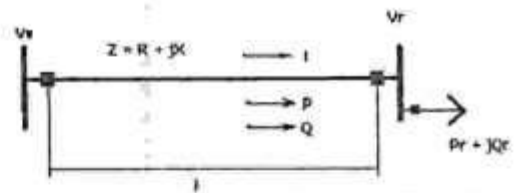
Persoalan tegangan sangatlah penting dalam jaringan distribusi radial, baik dalam keadaan operasi maupun dalam perancangan haruslah selalu diperhatikan tegangan pada setiap titik dalam jaringan. Besarnya perubahan tegangan yang diperbolehkan biasanya antara -10% sampai +5%. (SPLN No. 1, 1978)

Perubahan tegangan sangat tergantung pula dengan panjang jaringan disamping sifat beban jaringan. Panjang jaringan distribusi idealnya adalah kurang dari 80 km, karena bila lebih dari 80 km rugi-rugi daya dan jatuh tegangannya akan sangat besar. Untuk itu penggunaan kapasitor sebagai pengatu tegangan sistem dapat dilakukan dengan mengurangi drop tegangan dan rugi-rugi di jaringan tanpa menggunakan AVR (*Automatic Voltage Regulator*) yang secara ekonomis instalasi dan pemeliharaannya mahal.

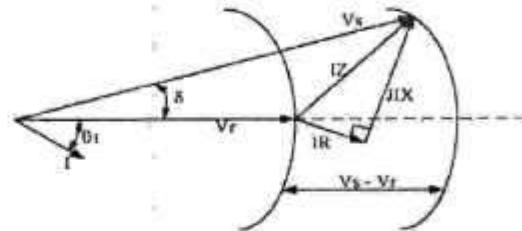
Seperti yang telah dipaparkan pada pendahuluan, bahwa satu permasalahan yang dapat terjadi pada sistem distribusi adalah timbulnya jatuh tegangan dan rugi-rugi daya cukup besar, sehingga akan mempengaruhi unjuk kerja dari sistem distribusi tersebut. Untuk itu perlu dibahas pengertian dan cara perhitungan jatuh tegangan dan rugi-rugi daya.

Yang dimaksud dengan jatuh tegangan pada sistem distribusi primer adalah perbedaan tegangan pada sisi pembangkit dan sisi konsumen. Jatuh tegangan ini akan terjadi karena adanya parameter R dan X, panjang saluran juga adanya faktor daya beban, khusus untuk sistem distribusi biasanya mempunyai parameter jaringan dengan nilai $R/X > 1$. Bila terjadi pemendekan magnitude arus dengan demikian akan mengurangi drop tegangan (Gonen, 1986).

Untuk memudahkan dalam melakukan perhitungan jatuh tegangan, maka dapat kita gambarkan suatu sistem distribusi primer dengan suatu model rangkaian arus bolak-balik sebagai berikut :



Gambar 1. Rangkaian Ekuivalen Penyulang Radial



Gambar 2 : Diagram Fasor Rangkaian Penyulang Radial Dengan Faktor Daya Teringgal (lagging)

Hubungan antara arus dan tegangan adalah :

$$V_s = V_r + ZI_R \tag{1}$$

$$I_s = I_R \tag{2}$$

Penurunan tegangan atau *Voltage Drop* (VD) didefinisikan sebagai :

$$VD(\%) = \frac{|V_{R(NL)}| - |V_{R(FL)}|}{|V_{R(FL)}|} \times 100\% \tag{3}$$

dengan :

$|V_{R(NL)}|$ = tegangan skalar ujung beban pada beban nol (*No load*)

$|V_{R(FL)}|$ = tegangan skalar ujung beban pada beban penuh (*Full load*)

Untuk kawat pendek $|V_{R(NL)}| = |V_s|$ dan

$$|V_{R(FL)}| = |V_r|$$

Kapasitor Daya

Kapasitor adalah dua pelat logam yang dipisahkan dengan bahan dielektrik. Sebuah kapasitor mempunyai sifat menyimpan muatan. Rangkaian pada Gambar 3(a) memperlihatkan cara kerja sebuah kapasitor. Saat posisi saklar pada b dari posisi awal *off* suatu arus sesaat lewat, terdapat beda potensial dengan polaritas seperti pada gambar pelat kapasitor. Saklar jika dikembalikan ke posisi *off* pelat tidak kehilangan muatan, yang berarti kapasitor menyimpan muatan. Jika saklar dipindahkan ke a maka terjadi pengosongan muatan. Rangkaian dan kurva pengisian dan

pengosongan kapasitor ditunjukkan pada gambar 3(b).

Bila terdapat variasi tegangan yang kontinu seperti yang diperlihatkan arus bolak-balik, maka pada pelat-pelat kapasitor akan dihasilkan suatu gaya gerak listrik (volt) balik yang kontinu. Perlawanan terhadap perubahan arus dikenal sebagai reaktansi kapasitif (X_c) dalam satuan ohm. Menurut cara pemasangannya di jaringan distribusi ada dua yaitu kapasitor seri dan paralel (shunt) dengan hubungan delta atau bintang.

Kapasitor *shunt* pada jaringan distribusi primer dapat meningkatkan besarnya daya aktif beban tanpa menaikkan rating saluran untuk batas tegangan jatuh pada kondisi beban puncak.

Kapasitor *series* merupakan reaktansi negatif (kapasitif) yang dirangkai seri dengan rangkaian reaktansi positif (induktif) yang berpengaruh pada keseimbangan rangkaian tersebut. Pengaruh utama dari kapasitor *series* adalah untuk memperkecil atau menekan penurunan tegangan yang disebabkan oleh reaktansi induktif pada rangkaian tersebut, dengan kata lain rugi jaringan menurun, tetapi penurunan ini hanya pada rugi-rugi reaktansi saja, sedangkan rugi-rugi watt akan tetap, karena arus saluran tidak berubah.

Penurunan tegangan pada penyulang dapat dinyatakan sebagai

$$VD = IR \cos \theta + I X_L \sin \theta \quad (4)$$

dengan

R = Tahanan pada rangkaian penyulang

X_L = Reaktansi induktif rangkaian penyulang

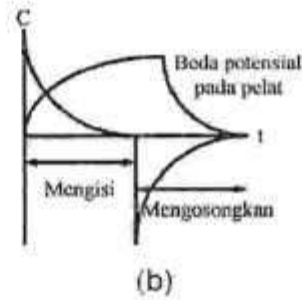
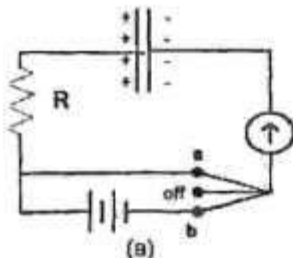
$\cos \theta$ = Faktor daya pada sisi penerima

$\sin \theta$ = Sinus sudut faktor daya pada sisi penerima

Penggunaan kapasitor *series*, menyebabkan resultan penurunan jatuh tegangan yang dapat dihitung sebagai:

$$VD = IR \cos \theta + I(X_L - X_c) \sin \theta \quad (5)$$

X_c = reaktansi kapasitif dari kapasitor *series*.



Gambar 3. (a) Rangkaian kerja kapasitor (b) kurva pengisian dan pengosongan kapasitor

Jatuh tegangan pada jaringan sebelum pemasangan kapasitor dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$VD = I_R \cdot R + I_X \cdot X \quad (6)$$

dengan:

I_R = Arus komponen daya nyata (*in-phase*), A

I_X = Arus komponen reaktif (*out-phase*), A

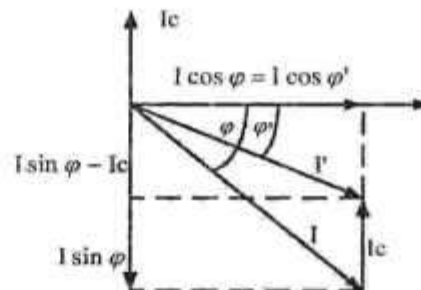
Pemasangan kapasitor pada saluran distribusi akan mengurangi jatuh tegangan disepanjang saluran. Jatuh tegangan pada ujung penerima untuk tiap bagian setelah dipasang kapasitor, secara pedekatan dapat dihitung dengan:

$$VD' = I_R \cdot R + I_X \cdot X - I_c \cdot X$$

$$VD' = I_R \cdot R + (I_X - I_c) \cdot X \quad (7)$$

dengan : I_c = arus reaktif kapasitif (90° *leading*), A.

Secara vektoris Persamaan 7 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Vektor arus sebelum dan sesudah pemasangan kapasitor *shunt*

Perbedaan antara jatuh tegangan pada persamaan (6) dan persamaan (7) merupakan kenaikan tegangan yang disebabkan oleh pemasangan kapasitor yang dinyatakan dengan:

$$VR = I_c \cdot X \quad (8)$$

Persentase kenaikan tegangan pada seluruh bagian sistem distribusi setelah

pemasangan kapasitor dapat diperhitungkan sebagai berikut (Emmy, 2001):

$$\% \text{ Kenaikan tegangan} = \frac{Q_c \cdot X}{10(V_{L-L})^2} \quad (9)$$

dengan :

Q_c = Daya reaktif kapasitor yang digunakan (kVar)

X = Reaktansi total jaringan dari pangkal penyulang sampai lokasi pemasangan kapasitor (Ohm)

V_{L-L} = Tegangan antar fasa (kV)

Penurunan Rugi-Rugi Daya

Beban atau arus jaringan dan rugi-rugi daya yang dihasilkan dapat dianggap memiliki dua komponen, yaitu, (1) *in-phase* atau komponen aktif dari arus dan (2) *out-of-phase* atau komponen reaktif dari arus. Pemasangan kapasitor *shunt* menyebabkan rugi-rugi karena *in-phase* atau komponen aktif pada jaringan arus tidak signifikan, hal tersebut tidak diperhitungkan (Gonen, 1986).

Besarnya rugi-rugi daya jaringan sebelum pemasangan kapasitor dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$I^2 Z = (I \cos \phi)^2 R + (I \sin \phi)^2 R \quad (10)$$

atau

$$I^2 Z = P_{Loss} + jQ_{Loss}$$

Penambahan kapasitor *shunt* dengan arus I_c menghasilkan arus baru I_1 dan besarnya rugi-rugi daya baru $I_1^2 Z$ yaitu:

$$I_1^2 Z = (I \cos \phi)^2 R + (I \sin \phi - I_c)^2 R \quad (11)$$

Penurunan rugi-rugi sebagai hasil penambahan kapasitor dapat dicari dengan:

$$\Delta S_{LS} = I^2 Z - I_1^2 Z \quad (12)$$

atau dengan mensubstitusikan persamaan (10) dan (11) ke persamaan (12):

$$\Delta S_{LS} = 2(I \sin \phi) I_c R - I_c^2 R \quad (13)$$

Besarnya arus reaktif kapasitif (I_c) yang dihasilkan kapasitor dapat dihitung dengan persamaan:

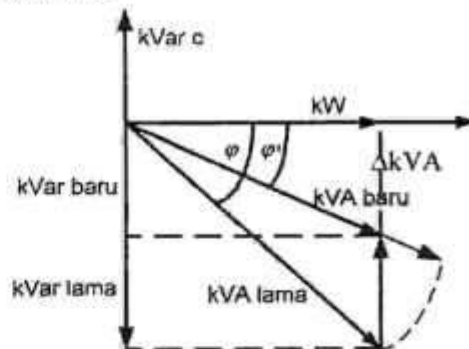
$$I_c = \frac{Q_c}{\sqrt{3} \times V_{L-L}} \quad (14)$$

dengan : Q_c = Daya reaktif kapasitor (kVar).

Perbaikan Faktor Daya dan Penambahan Kapasitas Penyaluran Daya

Kapasitor *shunt* akan mensuplai sebagian daya reaktif yang dibutuhkan oleh beban. Dengan mengecilnya daya reaktif (kvar), berarti juga mengecilnya daya semu (kVA) yang mengalir di saluran, sehingga pada saluran tersebut masih dapat disalurkan

sejumlah kVA tambahan (ΔkVA). Penambahan kemampuan ini terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram daya untuk melihat pengaruh pemasangan kapasitor *shunt*

Penambahan kapasitas daya maka memungkinkan jaringan dapat memenuhi kebutuhan daya beban yang lebih besar. Tambahan kapasitas daya sebelum dipasang kapasitor ditunjukkan oleh :

$$pf_{lama} = \cos \phi = \frac{kW}{kVA_{lama}} \quad (15)$$

sedangkan setelah pemasangan kapasitor :

$$pf_{baru} = \cos \phi' = \frac{kW}{kVA_{baru}} \quad (16)$$

$$kVA_{baru} = \left[(kVA_{lama} \cos \phi)^2 + (kVA_{baru} \sin \phi)^2 \right]^{1/2} \quad (17)$$

sehingga :

$$pf_{baru} = \frac{kVA_{lama} \cdot \cos \phi}{kVA_{baru}} \quad (18)$$

karena $kVA_{baru} > kVA_{lama}$, maka didapat $pf_{baru} > pf_{lama}$. Untuk penambahan kapasitas daya terlihat dari persamaan berikut:

$$\Delta kVA = kVA_{lama} - kVA_{baru} \quad (19)$$

Kapasitas Kapasitor

Standar dari kapasitas kapasitor merupakan kelipatan bulat dari ukuran standar terkecil Q_0^c . Jadi kapasitas kapasitor yang diletakkan pada suatu gardu distribusi ke-n (Q_n^c) adalah kelipatan dari Q_0^c .

$$Q_n^c = L Q_0^c \quad (20)$$

dengan :

Q^c = kapasitas kapasitor

L = kelipatan bulat (faktor pengali)

Jadi kemungkinan yang dipilih adalah :

$$Q_0^c = Q_0^c, 2Q_0^c, 3Q_0^c, \dots, LQ_0^c \quad (21)$$

Kapasitor Tetap (Fixed Capacitor)

Kapasitor yang terpasang mempunyai harga kapasitas yang tetap pada setiap

kondisi beban. Misalnya ada n kemungkinan beban maka:

$$Q^c(1) = Q^c(2) = Q^c(3) = \dots = Q^c(n) \quad (22)$$

Kapasitor Saklar (Switch Capacitor)

Pengaturan dari kapasitas kapasitor dapat diatur atau diubah untuk setiap kondisi beban. Apabila beban semakin besar maka kapasitas kapasitor mempunyai *setting* lebih besar atau sama dengan sebelumnya, dinyatakan dengan:

$$Q^c(1) \geq Q^c(2) \geq Q^c(3) \geq \dots \geq Q^c(n)$$

Setting kapasitor diatur dengan pengaturan tap-tap diskrit kapasitor *shunt* yang mempunyai harga-harga tertentu, yang biasanya merupakan kelipatan dari tap terkecil.

Tipe Pemasangan Kapasitor

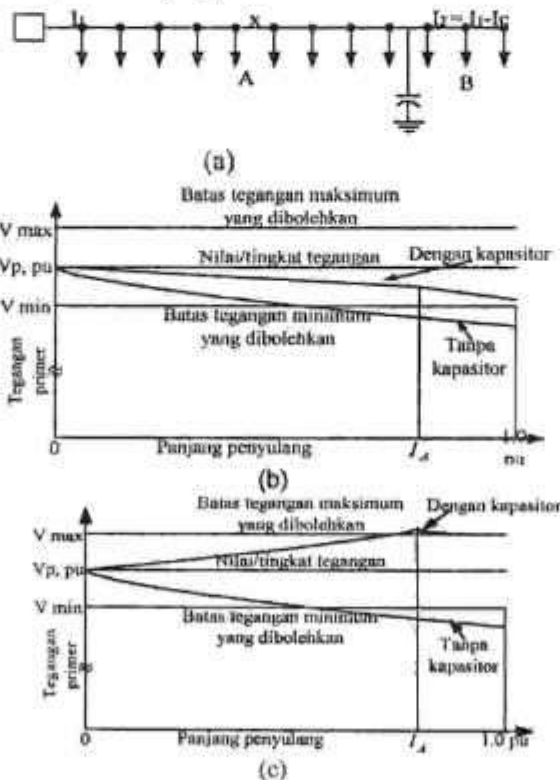
Kapasitor yang dipasang pada penyulang umumnya adalah *pole-top bank* yang memerlukan pengelompokan. Kegunaan dari pengelompokan untuk membatasi ukuran dari bank yang dapat digunakan.

Gambar 6 menunjukkan pengaruh pemasangan kapasitor terhadap profil tegangan dengan didistribusi beban yang seragam pada beban puncak dan beban rendah. Jika hanya kapasitor tipe *fixed* yang

dipasang, seperti dapat diamati dalam Gambar 6 (c), kegunaannya akan mengalami suatu faktor daya terdahulu yang berlebihan dan kenaikan tegangan pada penyulang tersebut. *Fixed capacitor* tersebut digunakan untuk beban rendah dan dipasang secara permanen, cocok digunakan untuk daerah dengan karakteristik beban yang konstan. Seperti ditunjukkan dalam Gambar 6 (a), *switch capacitor* dapat diswitch dalam beberapa langkah-langkah berurutan ketika beban reaktif membesar dari tingkat beban rendah menjadi beban puncak (Gonen, 1986), baik digunakan untuk daerah dengan variasi beban harian yang besar seperti di PT. PLN Wilayah NTB.

Gambar 6 (a) menunjukkan bahwa besarnya rugi-rugi daya total jaringan merupakan penjumlahan rugi-rugi daya total jaringan dari pangkal penyulang hingga titik pemasangan kapasitor (bagian A) dengan rugi-rugi daya total jaringan dari titik pemasangan kapasitor hingga ujung jaringan (bagian B) atau dapat dituliskan dengan:

$$I_1^2 Z_{total} = I^2 Z_A + I_1^2 Z_B \quad (23)$$



Gambar6. Pengaruh pemasangan kapasitor terhadap profil tegangan dari (a) penyulang dengan beban distribusi yang seragam (b) pada beban yang besar (c) pada beban rendah.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan simulasi dengan data sekunder, sebagai bahan penelitian adalah data jaringan 20 kV dan data hasil operasi unit-unit pembangkit PT. PLN (Persero) Wilayah NTB Cabang Mataram, khususnya penyulang Sembalun pada beban puncak (pukul 19.00) dan beban rendah (pukul 10.00) semester satu periode Januari – April tahun 2003. Data-data tersebut meliputi : pembebanan tiap trafo pada kondisi beban puncak dan beban redah di penyulang Sembalun, Konfigurasi jaringan 20 kV sistem Lombok lengkap dengan data parameter jaringan (nilai R, X, dan B/2) dan panjang tiap seksi penyulang.

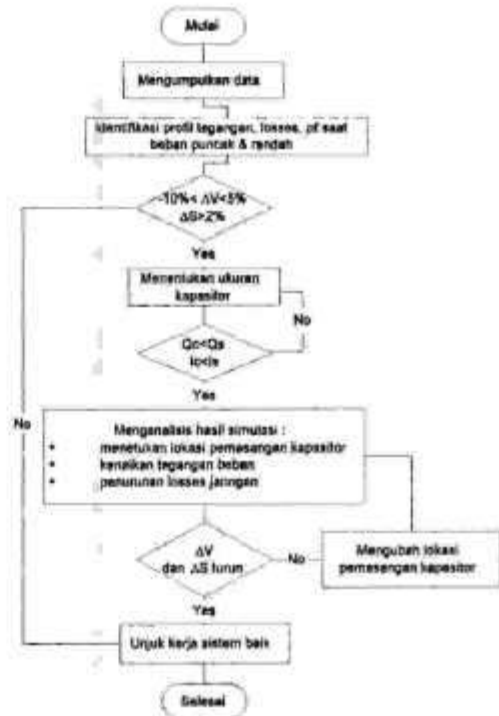
Sedangkan alat yang digunakan Paket program standart untuk aliran daya jaringan distribusi radial menggunakan Paket Microsoft Excel 2000, dengan metode pendekatan topologi jaringan tanpa iterasi.

Jalan Penelitian

Rincian proses penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut :

1. Studi komprehensif tentang sistem distribusi pada penyulang Sembalun.
2. Pengambilan data untuk menghitung lokasi pemasangan kapasitor adalah :
3. Resistansi dan reaktansi jaringan, beban pada tiap trafo di jaringan .
4. Menentukan besarnya faktor koreksi untuk menaikkan faktor daya dari nilai semula menjadi nilai yang diinginkan.
5. Menentukan ukuran kapasitor yang digunakan dengan memperhatikan besarnya beban reaktif jaringan dan besarnya arus pada jaringan tersebut.
6. Menentukan beberapa titik sensitif sebagi prioritas utama lokasi pemasangan kapasitor.
7. Menghitung kenaikan tegangan setelah pemasangan kapasitor.
8. Menghitung penurunan rugi-rugi daya setelah pemasangan kapasitor.
9. Menentukan lokasi pemasangan kapasitor yang optimal dengan memperhatikan beberapa kriteria jatuh tegangan dan losses pada sisi terima dapat berkurang

Langkah penelitian tersebut dapat digambarkan dalam diagram alir seperti terlihat dalam Gambar 7.



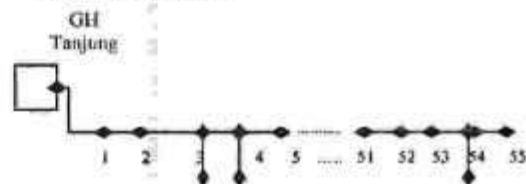
Gambar 7 Bagan alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penyulang Sembalun (GH Tanjung sampai Sembalun) merupakan penyulang lanjutan dari penyulang Tanjung (GH Senggigi sampai GH Tanjung) dengan jaringan utama yang cukup panjang yaitu hingga 79,563 km. Tegangan terima pada ujung penyulang Sembalun pada kondisi beban puncak mengalami penurunan yang cukup besar yaitu hingga 17% dari tegangan kirimnya.

Penelitian ini akan diimplementasikan pada penyulang Sembalun GH Tanjung yang mana potongan diagram segaris jaringan utama penyulang Sembalun tersebut ditunjukkan dalam Gambar 8.

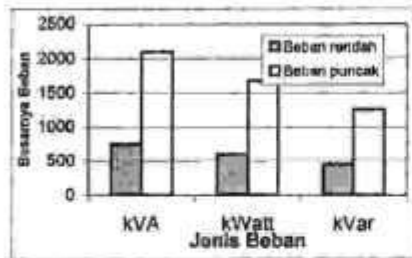


Gambar 8. Potongan Diagram pengganti satu garis jaringan utama penyulang Sembalun

Penyulang Sembalun terdiri dari 100 seksi jaringan yang mana jaringan utamanya terdiri dari 55 seksi dan seksi jaringan lainnya merupakan percabangan dari jaringan utama tersebut. Data teknis seluruh seksi jaringan

penyulang Sembalun yang meliputi parameter jaringan yaitu jenis penghantar, panjang jaringan, resistansi dan reaktansi juga data beban saat beban rendah dan puncak dapat dilihat dalam Tabel 1 di lampiran. Dari Tabel 1 besar daya operasi total saat beban rendah dan beban puncak mempunyai variasi yang berbeda seperti pada Gambar 9.

Setiap percabangan diasumsikan merupakan suatu beban yang besarnya merupakan jumlah total dari beban pada tiap seksi yang ada pada cabang tersebut, begitu pula dengan besarnya resistansi dan reaktansi cabang tersebut.



Gambar 9. Grafik perbandingan beban pada kondisi beban rendah dan beban puncak.

Data-data teknis penyulang Sembalun tersebut diperoleh dari PT. PLN (Persero) Wilayah NTB Cabang Mataram yaitu instansi yang berwenang mengeluarkan data mengenai sistem kelistrikan di pulau Lombok dimana data tersebut merupakan data pengukuran pada Semester 1 (Januari-

April) Tahun 2003, dengan demikian data-data yang digunakan dalam analisa ini dapat dikatakan valid.

Pembahasan

Profil Tegangan Jaringan, perhitungan drop tegangan dan losses jaringan dapat dilakukan dengan menggunakan analisa jaringan kawat pendek. Dari data yang ada dapat diidentifikasi unjuk kerja sistem pada penyulang Sembalun secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2 di lampiran.

Hasil yang didapat pada Tabel 2 memperlihatkan besarnya tegangan terima, persentase jatuh tegangan dan rugi-rugi daya sebelum pemasangan kapasitor pada tiap seksi penyulang Sembalun. Rugi-rugi daya jaringan pada kondisi beban rendah relatif kecil yang mana rugi-rugi daya nyata total seluruh jaringan penyulang Sembalun besarnya 9,872 kVA selain itu drop tegangannya juga relatif kecil yaitu 5,488% sehingga untuk kondisi ini pemasangan kapasitor kurang diperlukan.

Dari hasil identifikasi tersebut memperlihatkan duabelas seksi jaringan utama penyulang Sembalun yang memiliki rugi-rugi daya terbesar atau dapat disebut dengan titik sensitif. Pada titik-titik sensitif itulah nantinya akan diprioritaskan untuk memasang kapasitor sehingga nilai rugi-rugi daya jaringan dapat berkurang, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Beberapa seksi jaringan utama penyulang Sembalun yang memiliki rugi-rugi daya terbesar beserta tegangan terima dan persentase jatuh tegangannya sebelum pemasangan kapasitor.

Seksi Jaringan	Beban rendah				Beban puncak			
	Vr (kV)	VD (%)	I ² Z (kVA)	QLs (kVar)	Vr (kV)	VD (%)	I ² Z (kVA)	QLs (kVar)
2	19,649	0,383	0,751	0,270	19,017	1,124	6,095	2,194
4	19,613	0,566	0,332	0,119	18,915	1,669	2,692	0,969
10	19,499	1,154	0,993	0,358	18,591	3,445	8,061	2,902
11	19,468	1,313	0,279	0,101	18,503	3,933	2,266	0,816
16	19,375	1,803	0,611	0,220	18,237	5,453	4,962	1,786
18	19,334	2,019	0,352	0,127	18,120	6,132	2,854	1,027
21	19,294	2,229	0,243	0,087	18,006	6,801	1,970	0,709
23	19,139	3,054	1,623	0,584	17,566	9,478	13,173	4,742
25	19,114	3,190	0,232	0,083	17,494	9,927	1,879	0,676
42	18,916	4,270	0,556	0,200	16,931	13,585	4,516	1,626
47	18,818	4,812	0,665	0,239	16,652	15,486	5,396	1,943
52	18,732	5,297	0,404	0,145	16,406	17,219	3,277	1,180

Penentuan Ukuran Kapasitor penyulang Sembalun memiliki faktor daya 0,8 tetapi nilai faktor daya yang diinginkan dapat naik menjadi 0,98, mengacu pada tabel faktor

koreksi sesuai standart dari IEEE Trans. On Power Apparatus and Syatem, besarnya faktor koreksi untuk menaikkan faktor daya dari 0,8 menjadi 0,98 adalah 0,541 diperlukan

pemasangan kapasitor sebesar :900 kVar. Nilai kapasitor yang akan digunakan dalam analisa nanti tidak hanya 900kVar tetapi juga 600 kVar dan 1200 kVar sehingga dapat ditentukan manakah ukuran yang paling optimal dari ketiga ukuran kapasitor tersebut. Pemasangan kapasitor dengan nilai 600, 900 dan 1200 kVar secara berturut-turut akan memperbaiki faktor daya sistem dari 0,8 menjadi 0,931; 0,987 dan 0,999. pada saat beban puncak.

Pada kondisi beban rendah karena beban reaktif jaringan pada kondisi beban rendah hanya 451,55 kVar, lebih kecil dari daya reaktif kapasitor 600 kVar, 900 kVar dan 1200 kVar sehingga pada kondisi tersebut tidak perlu pemasangan kapasitor karena rugi-rugi dayanya relatif kecil dan profil

tegangannya masih dalam batas yang dibolehkan yaitu sebesar 5%.

Besarnya arus kapasitif yang dihasilkan kapasitor untuk nilai kapasitor 600, 900 dan 1200 kVar pada saat beban puncak sebesar 18,034; 27,0517; dan 6,0689 Ampere

Pemasangan kapasitor pada jaringan distribusi akan menyebabkan terjadinya kenaikan tegangan, untuk pemasangan kapasitor shunt hubungan bintang sebesar 600, 900, dan 1200 kVar pada seksi jaringan nomor 52 untuk kondisi beban puncak, akan terjadi reduksi drop tegangan sebesar 2,688 %, 16,748 % dan 17,186 %.

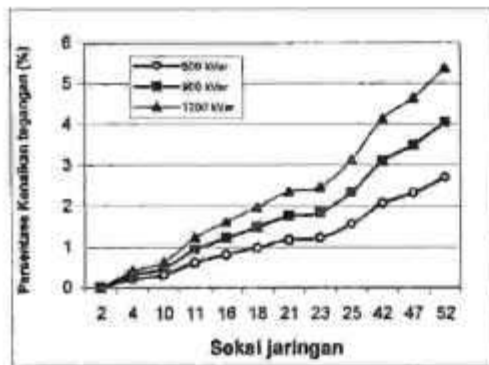
Hasil perhitungan persentase kenaikan tegangan dan besarnya tegangan terima setelah pemasangan kapasitor pada titik sensitif lainnya dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan persentase kenaikan tegangan dan besarnya tegangan terima setelah pemasangan kapasitor pada masing-masing titik sensitif untuk kondisi beban puncak.

Seksi jar.	Jarak (km)	R tot (Ohm)	X tot (Ohm)	Vr x (kV)	600 kVar			900 kVar			1200 kVar		
					VR (%)	Vr' x (kV)	Vr' ujung (kV)	VR (%)	Vr' x (kV)	Vr' ujung (kV)	VR (%)	Vr' x (kV)	Vr' ujung (kV)
2	0,100	0,006	0,011	19,017	0,0018	19,0173	16,3093	0,0027	19,0175	16,3094	0,0036	19,0177	16,3096
4	10,485	1,609	1,253	18,915	0,2033	18,9535	16,3422	0,3049	18,9727	16,3587	0,4086	18,9919	16,3753
10	11,876	2,457	1,929	18,591	0,3130	18,6492	16,3600	0,4694	18,6783	16,3856	0,6259	18,7074	16,4111
11	13,076	4,499	3,817	18,503	0,8193	18,6176	16,4100	0,9289	18,6749	16,4605	1,2385	18,7322	16,5110
16	16,829	5,664	4,99	18,237	0,8096	18,3845	16,4410	1,2143	18,4585	16,5070	1,6191	18,5323	16,5731
18	18,419	6,966	6,085	18,120	0,9872	18,2989	16,4700	1,4808	18,3883	16,5505	1,9744	18,4778	16,6310
21	25,187	7,992	7,246	18,006	1,1756	18,2177	16,5007	1,7633	18,3235	16,5966	2,3511	18,4293	16,6924
23	26,228	8,644	7,572	17,566	1,2285	17,7818	16,5093	1,6427	17,8897	16,6095	2,4569	17,9876	16,7097
25	28,428	12,027	9,586	17,494	1,5552	17,7661	16,5626	2,3328	17,9021	16,6895	3,1104	18,0381	16,8163
42	53,378	15,031	12,71	16,931	2,0620	17,2801	16,6453	3,0930	17,4547	16,8134	4,1240	17,6292	16,9816
47	58,730	16,68	14,297	16,652	2,3195	17,0382	16,6873	3,4792	17,2314	16,8764	4,6390	17,4245	17,0656
52	71,049	18,76	16,571	16,406	2,6884	16,8471	16,7475	4,0326	17,0676	16,9667	5,3766	17,2681	17,1859

Pengaruh pemasangan kapasitor terhadap prosentase kenaikan tegangan dapat dilihat pada grafik Gambar 10. Dari grafik memperlihatkan bahwa semakin besar nomor seksi jaringan atau semakin jauh letak pemasangan kapasitor dari pangkal penyulang maka persentase kenaikan tegangan pada jaringan tersebut akan semakin besar pula. Sebagai contoh pada kondisi beban puncak dengan kapasitor 900 kVar yang dipasang pada seksi jaringan ke 2 kenaikannya tegangannya sebesar 0,003% sedangkan bila dipasang pada seksi ke 52, kenaikannya sebesar 4,033%. Untuk kapasitor 1200 kVar, bila dipasang pada seksi ke 2 kenaikan tegangannya sebesar 0,0036% namun bila dipasang pada seksi ke 52 kenaikannya menjadi 5,377%.

Hal ini disebabkan karena semakin jauh lokasi pemasangan kapasitor dari pangkal penyulang, reaktansi jaringan semakin besar pula sehingga kenaikan tegangannya ikut membesar, kondisi ini sesuai dengan persamaan 9 yaitu reaktansi jaringan berbanding lurus dengan persentase kenaikan tegangan.



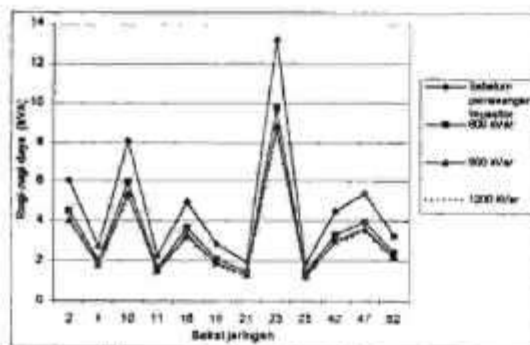
Gambar 10. Grafik perbandingan persentase kenaikan tegangan setelah pemasangan kapasitor pada masing-masing titik sensitif untuk kondisi beban puncak.

Pengaruh pemasangan kapasitor juga menyebabkan besarnya rugi-rugi daya jaringan dapat berkurang. Sebagai contoh, besarnya rugi-rugi daya pada seksi jaringan nomor 23 untuk kondisi beban puncak dengan pemasangan kapasitor shunt sebesar 600, 900 dan 1200 kVar, penurunan rugi-rugi daya sebesar 3,452; 4,364 dan 4,733 kVA, sehingga rugi dayanya menjadi 9,721; 8,809 dan 8,440 kVA.

Besarnya rugi-rugi daya setelah pemasangan sebuah kapasitor untuk kondisi beban puncak pada masing-masing titik sensitif dapat dihitung dengan cara perhitungan yang sama seperti perhitungan di atas dan hasilnya dapat dilihat dalam Tabel 5 dan grafik Gambar 11

Tabel 5. Perbandingan besarnya rugi-rugi daya jaringan sebelum dan setelah pemasangan kapasitor pada masing-masing titik sensitif untuk kondisi beban puncak.

Seksi jar.	Panjang (km)	Jenis penghantar	R (Ohm)	X (Ohm)	I^2Z (kVA)	Q_{loss} (kVar)	600 kVar			900 kVar			1200 kVar		
							ΔS_{LS} (kVA)	I_1^2Z (kVA)	Q_{loss}' (kVar)	ΔS_{LS} (kVA)	I_1^2Z (kVA)	Q_{loss}' (kVar)	ΔS_{LS} (kVA)	I_1^2Z (kVA)	Q_{loss}' (kVar)
2	10,050	A3C 70	1,544	1,196	6,095	2,194	1,597	4,498	0,597	2,019	4,076	0,175	2,190	3,905	0,004
4	0,120	A3C 71	0,682	0,528	2,692	0,969	0,706	1,987	0,264	0,892	1,800	0,077	0,967	1,725	0,002
10	1,200	ACSR 1/0	2,042	1,888	8,061	2,902	2,112	5,949	0,790	2,671	5,390	0,231	2,897	5,164	0,005
11	0,450	ACSR 1/1	0,574	0,574	2,266	0,816	0,594	1,672	0,222	0,751	1,515	0,065	0,814	1,452	0,002
16	0,968	A3C 150	1,257	1,026	4,962	1,786	1,300	3,662	0,486	1,644	3,318	0,142	1,783	3,179	0,003
18	2,568	A3C 151	0,723	0,699	2,854	1,027	0,748	2,106	0,280	0,946	1,909	0,082	1,026	1,829	0,002
21	0,047	A3C 70	0,499	0,208	1,970	0,709	0,516	1,454	0,193	0,653	1,317	0,057	0,708	1,262	0,001
23	1,900	A3C 70	3,337	1,978	13,173	4,742	3,452	9,721	1,290	4,364	8,809	0,378	4,733	8,440	0,009
25	3,100	A3C 70	0,476	0,369	1,879	0,676	0,492	1,387	0,184	0,623	1,257	0,054	0,675	1,204	0,001
42	0,150	ACSR 3/0	1,144	0,995	4,516	1,626	1,183	3,333	0,442	1,496	3,020	0,130	1,623	2,893	0,003
47	2,400	A3C 150	1,367	1,189	5,396	1,943	1,414	3,982	0,529	1,788	3,609	0,155	1,939	3,457	0,004
52	5,400	A3C 70	0,830	0,643	3,277	1,180	0,859	2,418	0,321	1,085	2,191	0,094	1,177	2,099	0,002



Gambar 11. Grafik perbandingan besarnya rugi-rugi daya jaringan sebelum dan setelah pemasangan kapasitor pada masing-masing titik sensitif untuk kondisi beban puncak.

signifikan terutama pada sesi ke 23.

Penempatan kapasitor yang paling optimum untuk mereduksi rugi-rugi daya dapat dicari berdasar persamaan 23 dan Gambar 6 a, maka didapatkan bahwa untuk pemasangan kapasitor 900 kVar pada seksi jaringan ke 23 didapatkan rugi daya total menjadi 8,440 kVA

Perbandingan besarnya rugi-rugi daya total seluruh jaringan akibat pemasangan sebuah kapasitor dengan ukuran 600 kVar, 900 kVar dan 1200 kVar pada masing-masing titik sensitif dapat dilihat pada Tabel 6. dan Gambar 12.

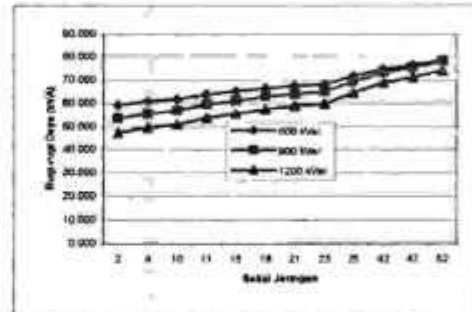
Gambar 11 menunjukkan bahwa dengan pemasangan kapasitor terjadi penurunan rugi-rugi daya yang cukup

Tabel 6. Perbandingan besarnya rugi-rugi daya total seluruh jaringan penyulang Sembalun akibat pemasangan kapasitor pada masing-masing titik sensitif untuk kondisi beban puncak.

Seksi jaringan	Jarak (km)	R total (Ohm)		$I_r^2 Z$ total (kVA)		
		A	B	600 kVar	900 kVar	1200 kVar
2	0,100	0,006	20,289	59,128	53,583	47,442
4	10,486	1,609	18,686	60,767	55,679	49,716
10	11,876	2,457	17,838	61,664	56,788	50,919
11	13,076	4,499	15,796	63,776	59,459	53,815
16	16,829	6,664	14,631	64,981	60,982	55,468
18	18,419	6,966	13,329	66,328	62,685	57,315
21	25,187	7,992	12,303	67,380	64,027	58,770
23	26,228	8,644	11,651	68,064	64,880	59,695
25	28,428	12,027	8,268	71,564	69,304	64,494
42	53,378	15,031	5,264	74,671	73,232	68,755
47	58,730	16,680	3,615	76,377	75,389	71,094
52	71,049	18,760	1,535	78,529	78,109	74,044

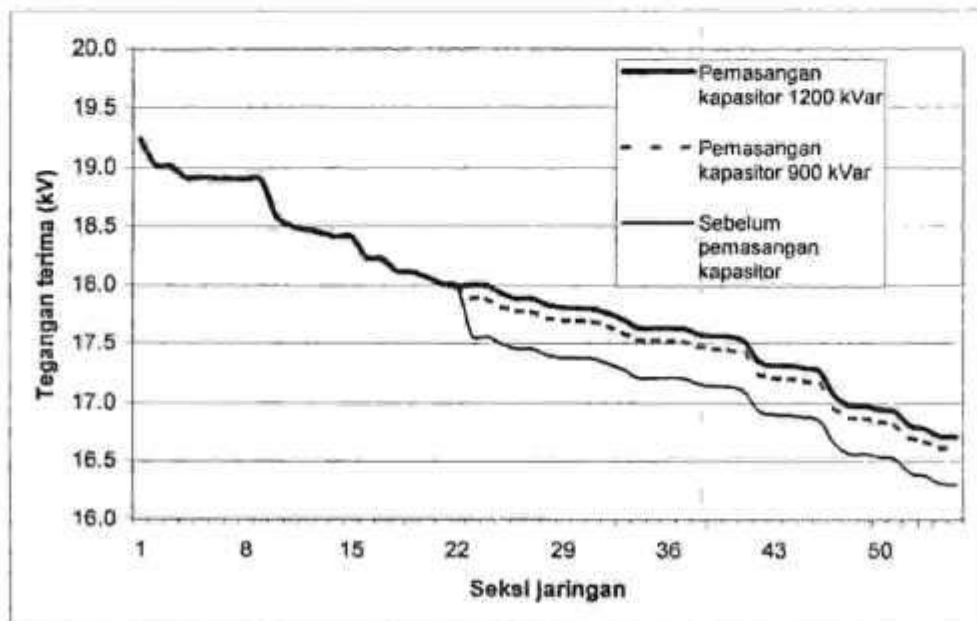
Pembahasan dan analisa di atas menunjukkan bahwa penentuan lokasi yang optimal dapat dilakukan dengan mempertimbangkan kenaikan tegangan dan penurunan rugi-rugi daya, dimana dengan pemasangan kapasitor pada lokasi tersebut dapat mengurangi rugi-rugi daya dan memperbaiki profil tegangan jaringan. Lokasi pemasangan kapasitor yang optimal pada penyulang Sembalun yaitu pada seksi jaringan ke 23 dengan jarak 26,228 km dari pangkal penyulang karena pada seksi

jaringan ke 23 terjadi drop tegangan yang cukup besar dan rugi-rugi daya pada seksi tersebut juga besar. Kenaikan tegangan yang diperoleh dengan pemasangan kapasitor pada seksi ke 23 untuk kapasitor 900 kVar adalah sebesar 1,843% sehingga pada ujung jaringan tegangannya menjadi 16,610 kV dari tegangan semula yaitu 16,309 kV sedangkan untuk pemasangan kapasitor 1200 kVar kenaikan tegangannya adalah 2,457% sehingga pada ujung terima tegangannya meningkat menjadi 16,710 kV.

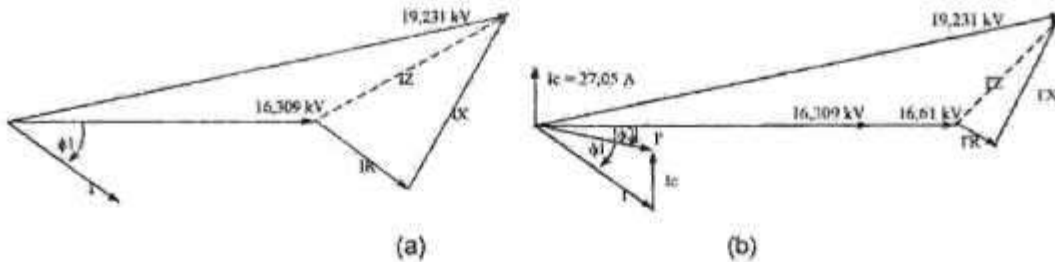


Gambar 12. Garafik perbandingan besarnya rugi-rugi daya total seluruh jaringan Penyulang Sembalun akibat pemasangan kapasitor pada masing-masing titik sensitif pada kondisi beban puncak.

Gambar 13 memperlihatkan perbandingan besarnya tegangan terima penyulang Sembalun sebelum dan setelah pemasangan kapasitor 900 kVar dan 1200 kVar pada seksi jaringan ke 23.



Gambar 13. Garafik perbandingan besarnya tegangan terima penyulang Sembalun sebelum dan setelah pemasangan kapasitor 900 kVar dan 1200 kVar pada seksi jaringan ke 23.

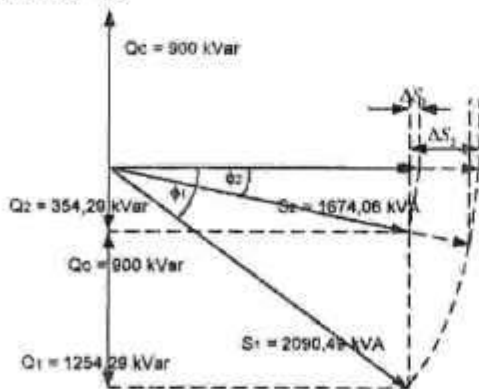


Gambar 14. Diagram vektor tegangan (a) sebelum, dan (b) setelah pemasangan kapasitor 900 kVar

Rugi-rugi daya pada seksi tersebut menurun dari 13,173 kVA menjadi 8,809 kVA untuk pemasangan kapasitor 900 kVar secara vektoris dapat dilihat pada Gambar 14, sedangkan untuk pemasangan kapasitor 1200 kVar rugi-rugi dayanya berkurang menjadi 8,440 kVA dan untuk rugi-rugi daya total jaringannya berkurang dari 80,117 kVA menjadi 64,880 kVA untuk kapasitor 900 kVar dan berkurang menjadi 59,695 kVA untuk kapasitor 1200 kVar.

Setelah pemasangan kapasitor pada jaringan, besarnya daya reaktif yang dibutuhkan penyulang akan berkurang sebesar kVar yang diberikan oleh kapasitor tersebut, sehingga untuk besarnya beban yang tetap pada jaringan, besarnya kVA yang harus dibangkitkan akan berkurang.

Besarnya penurunan kapasitas daya yang harus dibangkitkan setelah pada trafo di sisi kirim penyulang Sembalun dengan pemasangan kapasitor 900 kVar dan 1200 kVar untuk nilai beban pada penyulang yang tetap adalah 1710,01 kVA dan 1674,06 kVA, sehingga terjadi penghematan daya sebesar 1674,06 kVA dan 416,43 kVA, secara grafis dapat dijelaskan melalui diagram vektor pada Gambar 15.



Gambar 15. Diagram daya setelah pemasangan kapasitor 900 kVar

Rekomendasi Teknis

Perbaikan tegangan pada ujung jaringan dan penurunan rugi-rugi daya dapat dilakukan dengan pemasangan kapasitor

pada jaringan tersebut, selain itu perlu dipertimbangkan beberapa aspek berikut agar kualitas energi listrik pada penyulang Sembalun dapat meningkat:

1. Pemilihan ukuran kapasitor yang digunakan dapat dilakukan dengan melihat seberapa besar pengaruhnya terhadap kenaikan tegangan dan penurunan rugi-rugi daya, namun aspek ekonomis juga perlu dipertimbangkan untuk menghindari pemborosan.
2. Pemasangan kapasitor untuk kondisi beban rendah belum perlu dilakukan karena tegangannya masih relatif baik dan rugi-rugi dayanya juga kecil.
3. Besarnya jatuh tegangan pada penyulang Sembalun lebih disebabkan karena jaringannya yang cukup panjang yaitu mencapai 70 km lebih bukan karena beban induktif. Karena itu perlu dibuat gardu sisipan pada penyulang tersebut sehingga tegangan pada ujung terima tidak mengalami penurunan yang cukup besar.
4. Perbaikan profil tegangan pada penyulang Sembalun dapat dilakukan dengan memasang AVR pada jaringan tersebut sehingga jatuh tegangan pada jaringan tersebut dapat berkurang.
5. *Reconducting* atau penggantian jenis penghantar bisa menjadi alternatif.
6. Banyaknya sambungan pada jaringan dan cara/jenis penyambungan yang kurang baik menyebabkan rugi-rugi pada jaringan menjadi besar sehingga perlu dilakukan penyambungan jaringan dengan cara yang lebih baik.

Kesimpulan

Dari pembahasan dan analisa diatas, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemasangan kapasitor pada penyulang Sembalun dapat menaikkan tegangan dan mengurangi rugi daya sepanjang jaringan hal ini disebabkan karena arus yang dihasilkan kapasitor akan menurunkan arus pada jaringan tersebut

- dan sebagian daya yang dibutuhkan beban akan dihasilkan oleh kapasitor.
- Ukuran kapasitor yang optimal untuk kondisi beban puncak adalah 900 kVar dan 1200 kVar sedangkan pada kondisi beban rendah tidak perlu pemasangan kapasitor karena rugi-rugi dayanya kecil dan tegangannya relatif baik.
 - Lokasi yang optimal untuk pemasangan kapasitor adalah pada seksi jaringan ke 23 dengan jarak 26,228 km dari pangkal penyulang dimana pada lokasi tersebut terjadi jatuh tegangan yang cukup besar dan rugi-rugi dayanya juga besar.
 - Pemasangan kapasitor 900 kVar pada seksi ke 23 menyebabkan kenaikan tegangannya 1,843% sehingga pada ujung jaringan tegangan terimanya meningkat menjadi 16,61 kV. Rugi-rugi daya pada seksi ke 23 menurun dari 13,173 kVA menjadi 8,809 kVA sedangkan rugi-rugi daya total seluruh jaringan berkurang dari 80,117 kVA menjadi 64,880 kVA.
 - Pemasangan kapasitor 1200 kVar pada seksi ke 23 menyebabkan kenaikan tegangan sebesar 2,457% sehingga pada ujung jaringan tegangan terimanya meningkat menjadi 16,71 kV. Rugi-rugi daya pada seksi ke 23 menurun dari 13,173 kVA menjadi 8,440 kVA sedangkan rugi-rugi daya total seluruh jaringan menurun dari 80,117 kVA menjadi 59,695 kVA.
 - Penggunaan kapasitor lebih tepat untuk penyulang dengan beban-beban besar seperti pada daerah-daerah industri, sedangkan untuk mengatasi besarnya rugi-rugi daya dan penurunan tegangan pada penyulang Sembalun lebih dikarenakan karena parameter jaringan, sehingga lebih tepat digunakan metode yang lain yang lebih efisien.

Saran

Besarnya rugi-rugi daya pada penyulang Sembalun lebih disebabkan karena jaringannya yang cukup panjang sehingga untuk mengurangi rugi-rugi daya lebih efektif bila dilakukan dengan metode lain seperti dengan memasang gardu sisipan atau dengan menggunakan AVR, selain itu jenis penyambungan antar kabel perlu diperbaiki sehingga tidak menimbulkan rugi-rugi daya yang besar.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2000. "Peranan Kapasitor dalam Penggunaan Energi Listrik", www.elektroindonesia.com.
- Anonim, 1978. "Standar PLN Nomor 1 Tahun 1978", Perusahaan Umum Listrik Negara, Jakarta.
- Anonim, "Studi Kelistrikan Pulau Lombok", PT. PLN (PERSERO) Wilayah NTB Cabang Mataram.
- Gonen Turan, 1986. "Electric Power Distribution System Engineering", Mc. Graw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Handoyo Yun, 2002. "Kapasitor TM", www.elektroindonesia.com.
- Hosea Emmy, Nugraha Adi, 2001. "Optimasi Penentuan Lokasi Switched 20 kV Power Capacitors pada Jaringan Distribusi 20 kV Jawa Timur", Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra.
- Mesut E. Baran dan Felix F. Wu, 1989. "Optimal Capacitor Placement on Radial Distribution System", IEEE Transactions on Power Delivery.
- Natsir Abdul, 2000. "Penentuan Lokasi Kapasitor pada Sistem Distribusi dengan Metode Jaringan Saraf Tiruan", Institut Teknologi Sepuluh Nopember-Surabaya.
- Sharaf A.M dan Ibrahim S.T., 1996. "Optimal Capacitor Placement in Distribution Networks" Electric Power System Research.
- Tharwat H. Fawzi, dkk., 1983. "New Approach for the Application of Shunt Capacitors to the Primary Distribution Feeders", IEEE Transaction on Power Apparatus and System.
- T.S. Abdel Salam, 1994. "A New Technique for Loss Reduction Using Compensating Capacitors Applied to Distribution Systems with Varying Load Condition", Electrical Enggining Departement, University of Windsor. Windsor, Ontario, Canada.
- T.S. Hutaaruk, 1985. "Transmisi Daya Listrik", Erlangga, Jakarta.
- Wang Xu, Liu X, Salmon J S, Le T, Chang, G W K, (1998) 'Series load flow : A Novel non-iterative load flow', IEE-Proc. Trans and Distrib.
- Yusra Sabri, Wieke H, (1998), "Analisa Aliran Daya Jaringan Distribusi Radial Dengan Metode Teknik Topologi, Prokema PLN ITB, Bandung

Lampiran

Tabel 1. Jenis dan panjang penghantar, resistansi, reaktansi, impedansi dan beban masing-masing seksi jaringan utama pada penyulang Sembalun.

Seksi Jar.	Jenis Penghantar	Panjang (km)	R (ohm)	X (ohm)	Z total (Ohm)	Beban Rendah			Beban Puncak		
						kVA	kWatt	kVar	kVA	kWatt	kVar
1	XLPE 150	0,100	0,006	0,011	0,013 < 60,912 ⁰	0	0	0	0	0	0
2	A3C 70	10,050	1,544	1,196	1,965 < 37,907 ⁰	0	0	0	0	0	0
3	A3C 70	0,336	0,059	0,046	2,040 < 37,908 ⁰	37,65	30,12	22,59	104,59	83,67	62,75
4	A3C 70	0,120	0,682	0,528	2,902 < 37,860 ⁰	63,10	50,48	37,68	175,280	140,22	105,17
5	ACSR 2/10	0,300	0,017	0,032	2,935 < 38,156 ⁰	0	0	0	0	0	0
6	A3C 70	0,050	0,008	0,006	2,945 < 38,151 ⁰	29,59	23,75	17,82	82,48	65,98	49,49
7	A3C 70	0,200	0,031	0,024	2,984 < 38,142 ⁰	0	0	0	0	0	0
8	A3C 70	0,270	0,041	0,032	3,037 < 38,141 ⁰	0	0	0	0	0	0
9	A3C 70	0,450	0,066	0,054	3,124 < 38,132 ⁰	11,17	8,94	6,70	31,04	24,83	18,52
10	ACSR 1/10	1,200	2,042	1,888	5,900 < 40,310 ⁰	38,40	29,12	21,84	101,1	80,88	60,66
11	ACSR 1/10	0,450	0,574	0,574	6,709 < 40,877 ⁰	13,10	10,48	7,86	35,400	29,12	21,84
12	A3C 70	0,600	0,210	0,163	6,975 < 40,760 ⁰	3,12	2,50	1,87	8,680	6,94	5,21
13	A3C 70	1,250	0,192	0,149	7,218 < 40,659 ⁰	32,48	25,98	19,49	90,220	72,18	54,13
14	A3C 150	1,400	0,185	0,282	7,542 < 41,369 ⁰	32,48	25,99	19,49	90,23	72,18	54,14
15	A3C 150	0,053	0,004	0,006	7,549 < 41,382 ⁰	15,62	12,50	9,37	43,390	34,71	26,03
16	A3C 150	0,968	1,257	1,026	9,171 < 41,000 ⁰	31,37	25,08	18,82	87,130	69,70	52,28
17	A3C 150	0,622	0,045	0,068	9,250 < 41,137 ⁰	8,87	7,10	5,32	24,650	19,72	14,79
18	A3C 150	2,568	0,723	0,699	10,254 < 41,421 ⁰	12,74	10,20	7,65	35,400	28,32	21,24
19	A3C 150	0,800	0,058	0,088	10,358 < 41,574 ⁰	8,22	6,57	4,93	22,820	18,26	13,69
20	A3C 150	3,400	0,245	0,374	10,788 < 42,196 ⁰	5,74	4,69	3,45	15,950	12,76	8,57
21	A3C 70	0,047	0,499	0,208	11,299 < 41,278 ⁰	3,30	2,64	1,98	9,170	7,34	5,50
22	A3C 70	0,994	0,153	0,118	11,492 < 41,218 ⁰	2,74	2,19	1,65	7,620	6,10	4,57
23	A3C 70	1,900	3,337	1,978	15,322 < 38,558 ⁰	98,43	78,74	59,06	273,420	218,74	164,05
24	A3C 70	0,300	0,046	0,036	15,380 < 38,555 ⁰	0	0	0	0	0	0
25	A3C 70	3,100	0,476	0,369	15,982 < 38,526 ⁰	7,90	6,32	4,74	21,940	17,55	13,16
26	A3C 70	1,900	0,292	0,226	16,351 < 38,509 ⁰	5,01	4,01	3,00	13,910	11,13	8,35
27	A3C 70	0,050	0,008	0,006	16,361 < 38,507 ⁰	0	0	0	0	0	0
28	A3C 150	0,150	0,388	0,308	16,857 < 38,506 ⁰	4,43	3,54	2,68	12,300	9,84	7,38
29	A3C 150	1,550	0,112	0,171	17,051 < 38,720 ⁰	0	0	0	0	0	0
30	A3CS 150	0,100	0,009	0,010	17,064 < 38,726 ⁰	0	0	0	0	0	0
31	A3C 150	0,700	0,050	0,077	17,151 < 38,822 ⁰	4,78	3,82	2,87	13,280	10,62	7,97
32	A3C 150	2,750	0,198	0,303	17,495 < 39,168 ⁰	7,84	6,28	4,71	21,790	17,43	13,07
33	A3C 70	2,500	0,384	0,298	17,981 < 39,149 ⁰	11,55	9,24	6,93	32,080	25,66	19,25
34	A3C 150	5,100	0,387	0,561	18,621 < 39,775 ⁰	0	0	0	0	0	0
35	A3C 70	0,050	0,008	0,006	18,631 < 39,773 ⁰	8,31	6,65	4,99	23,090	18,47	13,85
36	A3C 70	0,100	0,015	0,012	18,650 < 39,772 ⁰	0	0	0	0	0	0
37	A3C 150	0,300	0,022	0,033	18,688 < 39,807 ⁰	0	0	0	0	0	0
38	A3C 70	2,100	0,323	0,250	19,096 < 39,762 ⁰	10,05	8,04	6,03	27,930	22,34	16,76
39	A3C 70	0,900	0,138	0,107	19,271 < 39,744 ⁰	29,42	23,54	17,65	81,730	65,38	49,04
40	A3C 70	0,050	0,008	0,006	19,281 < 39,743 ⁰	0	0	0	0	0	0
41	ACSR 2/0	3,560	0,206	0,383	19,685 < 40,218 ⁰	0	0	0	0	0	0
42	ACSR 3/0	0,150	1,144	0,995	21,201 < 40,275 ⁰	57,07	45,66	34,24	158,540	126,83	95,12
43	A3C 70	1,452	0,223	0,173	21,483 < 40,242 ⁰	0	0	0	0	0	0
44	A3C 70	0,050	0,015	0,012	21,502 < 40,240 ⁰	9,22	7,38	5,53	25,610	20,49	15,37
45	A3C 70	1,650	0,119	0,182	21,710 < 40,403 ⁰	4,36	3,48	2,61	12,100	9,68	7,26
46	A3C 150	2,050	0,148	0,226	21,969 < 40,601 ⁰	5,69	4,55	3,41	15,800	12,64	9,48
47	A3C 150	2,400	1,367	1,189	23,781 < 40,632 ⁰	48,57	38,86	29,14	134,930	107,94	80,96
48	A3C 150	6,275	0,452	0,690	24,574 < 41,168 ⁰	0	0	0	0	0	0
49	MVTIC 150	0,090	0,005	0,004	24,581 < 41,167 ⁰	0	0	0	0	0	0
50	A3C 150	2,154	0,155	0,237	24,853 < 41,343 ⁰	4,95	3,96	2,97	13,750	11,00	8,25
51	A3C 150	1,400	0,101	0,154	25,031 < 41,455 ⁰	8,69	6,95	5,21	24,130	19,30	14,48
52	A3C 70	5,400	0,830	0,643	26,079 < 41,306 ⁰	7,79	6,23	4,67	21,530	17,30	12,98
53	A3C 70	1,350	0,207	0,161	26,340 < 41,271 ⁰	41,27	33,01	24,75	114,630	91,70	68,78
54	A3C 70	1,406	0,443	0,343	26,899 < 41,198 ⁰	27,54	22,03	16,52	76,500	61,20	45,90
55	A3C 70	0,358	0,055	0,043	26,969 < 41,189 ⁰	1,89	1,51	1,13	5,250	4,20	3,15
Total		79,563	20,295	17,760	26,969 < 41,189 ⁰	752,58	602,06	451,55	2090,49	1672,39	1254,29

Sumber: PT. PLN (Persero) Wilayah NTB Cabang Mataram Semester 1 Th. 2003.

Tabel 2. Besarnya tegangan terima, persentase jatuh tegangan dan besarnya rugi-rugi daya pada tiap seksi jaringan utama sebelum pemasangan kapasitor.

Seksi jaringan	Beban rendah				Beban puncak			
	Vr (kV)	VD (%)	I ² Z (kVA)	Q _{LS} (kVar)	Vr (kV)	VD (%)	I ² Z (kVA)	Q _{LS} (kVar)
1	19,723	0,004	0,003	0,001	19,229	0,008	0,024	0,009
2	19,649	0,383	0,751	0,270	19,017	1,124	6,095	2,194
3	19,646	0,397	0,028	0,010	19,009	1,168	0,233	0,084
4	19,613	0,566	0,332	0,119	18,915	1,659	2,692	0,969
5	19,612	0,572	0,008	0,003	18,912	1,688	0,067	0,024
6	19,611	0,574	0,004	0,001	18,911	1,694	0,032	0,011
7	19,610	0,562	0,015	0,005	18,908	1,717	0,122	0,044
8	19,608	0,592	0,020	0,007	18,901	1,748	0,182	0,058
9	19,605	0,609	0,034	0,012	18,891	1,799	0,272	0,098
10	19,499	1,154	0,993	0,358	18,591	3,445	8,061	2,902
11	19,468	1,313	0,279	0,101	18,503	3,933	2,266	0,816
12	19,458	1,366	0,102	0,037	18,474	4,096	0,829	0,298
13	19,449	1,414	0,093	0,034	18,448	4,245	0,758	0,273
14	19,437	1,477	0,090	0,032	18,414	4,440	0,730	0,263
15	19,437	1,479	0,002	0,001	18,413	4,444	0,016	0,006
16	19,375	1,803	0,611	0,220	18,237	5,453	4,962	1,786
17	19,372	1,818	0,022	0,008	18,228	5,501	0,178	0,064
18	19,334	2,019	0,352	0,127	18,120	6,132	2,854	1,027
19	19,330	2,038	0,028	0,010	18,109	6,195	0,229	0,082
20	19,314	2,123	0,119	0,043	18,063	6,463	0,967	0,348
21	19,294	2,229	0,243	0,087	18,006	6,801	1,970	0,709
22	19,287	2,268	0,074	0,027	17,985	6,926	0,604	0,217
23	19,139	3,054	1,823	0,584	17,566	9,478	13,173	4,742
24	19,137	3,066	0,022	0,008	17,560	9,518	0,182	0,065
25	19,114	3,190	0,232	0,083	17,494	9,927	1,879	0,676
26	19,100	3,266	0,142	0,051	17,454	10,180	1,153	0,415
27	19,100	3,269	0,004	0,001	17,453	10,187	0,032	0,011
28	19,081	3,371	0,189	0,068	17,399	10,528	1,532	0,551
29	19,074	3,410	0,054	0,020	17,378	10,660	0,442	0,159
30	19,073	3,413	0,004	0,002	17,377	10,669	0,036	0,013
31	19,070	3,431	0,024	0,009	17,368	10,729	0,197	0,071
32	19,057	3,501	0,096	0,035	17,331	10,965	0,782	0,281
33	19,038	3,602	0,187	0,067	17,278	11,304	1,516	0,548
34	19,014	3,733	0,179	0,064	17,210	11,748	1,449	0,522
35	19,014	3,735	0,004	0,001	17,209	11,753	0,032	0,011
36	19,013	3,739	0,007	0,003	17,206	11,766	0,059	0,021
37	19,012	3,747	0,011	0,004	17,202	11,793	0,087	0,031
38	18,996	3,832	0,157	0,057	17,158	12,082	1,275	0,459
39	18,989	3,868	0,067	0,024	17,139	12,206	0,545	0,196
40	18,989	3,870	0,004	0,001	17,138	12,213	0,032	0,011
41	18,974	3,953	0,100	0,036	17,095	12,494	0,813	0,293
42	18,916	4,270	0,556	0,200	16,931	13,585	4,516	1,626
43	18,906	4,329	0,108	0,039	16,900	13,791	0,880	0,317
44	18,905	4,333	0,007	0,003	16,898	13,806	0,059	0,021
45	18,897	4,376	0,058	0,021	16,876	13,955	0,470	0,169
46	18,887	4,430	0,072	0,026	16,849	14,141	0,584	0,210
47	18,818	4,812	0,665	0,239	16,652	15,486	5,396	1,943
48	18,789	4,977	0,220	0,079	16,558	16,071	1,784	0,642
49	18,789	4,978	0,002	0,001	16,568	16,076	0,020	0,007
50	18,778	5,035	0,075	0,027	16,539	16,276	0,612	0,220
51	18,772	5,072	0,049	0,018	16,520	16,410	0,399	0,144
52	18,732	5,297	0,404	0,145	16,406	17,219	3,277	1,180
53	18,722	5,353	0,101	0,036	16,378	17,423	0,817	0,294
54	18,700	5,473	0,215	0,078	16,317	17,861	1,749	0,630
55	18,698	5,488	0,027	0,010	16,309	17,916	0,217	0,078
	Rugi daya total		9,872	3,554	Rugi daya total		80,117	28,842

Isolasi dan Karakterisasi Parsial Enzim Protease Pada Berbagai Jenis Ikan Laut Dari Perairan Lombok

Isolation And Partial Characterization Of Protease Enzyme In Variety Fishes From Lombok's Aquamarine

SUKIB

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram-NTB. Telp. (0370)623873 Fax (0370)634918

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang isolasi dan karakterisasi parsial enzim protease dalam berbagai jenis ikan laut dari Perairan Lombok. Aktivitas enzim diperoleh melalui ekstraksi dengan menggunakan berbagai jenis pengekstrak yaitu KCl 0,5 %, KCl 0,2 M pH 7 dan KCl 0,6 M, EDTA 10 mM. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa aktivitas tertinggi diperoleh dari pengekstrak KCl 0,5 %, yaitu 0,68 unit/mg protein untuk ikan kerapu, 0,72 unit/mg protein untuk ikan lemuru dan 0,81 unit/mg protein untuk ikan tongkol. Aktivitas enzim meningkat setelah dilakukan pemurnian dengan aseton 80% yaitu menjadi 1,24 unit/mg protein untuk ikan tongkol. Dari hasil karakterisasi parsial ditemukan bahwa aktivitas enzim dipengaruhi pH dan suhu dimana aktivitas maksimum diperoleh pada suhu 60°C dan pH 8.

Kata Kunci : Isolasi karakterisasi parsial, enzim protease, ikan

ABSTRACT

Research about isolation and partial characterization of protease enzyme in variety fishes from Lombok's aquamarine has been conducted. The activity of enzyme is gained through some extractions using 5% KCl, 0.2 M KCl pH 7, 0.6 M KCl-10 mM EDTA. As a result, it is found that the highest activity is showed by extraction with 0.5% KCl that is 0.68 units/mg protein for kerapu fish, 0.72 units/mg protein for lemuru fish, and 0.81 units/mg protein for tongkol fish. Activity of enzyme increases to 1.24 units/mg protein after purification with 80% acetone for tongkol fish. With the partial characterization it can be seen that the activity of enzyme is influenced by pH and temperature with maximum activity is found at 60°C and pH 8

Key words : Isolation, partial characterization, protease enzyme, fish

PENDAHULUAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya keberadaan enzim (enzim protease) bagi kehidupan manusia, misalnya dalam industri makanan, beer, obat-obatan, serta tekstil (Wiseman, 1985). Di samping itu enzim dapat digunakan dalam industri deterjen sebagai bahan aktif yang dapat menguraikan kotoran protein (Goll, et al, 1983).

Di sisi lain enzim protease juga dapat merugikan, misalnya keberadaannya dalam bahan pangan yang mengandung protein (ikan, udang dan lainnya). Hal ini dikarenakan enzim tersebut menyebabkan terjadinya pemecahan protein/merusak jaringan protein,

sehingga mengakibatkan kerusakan selama penyimpanan (Goll et al., 1983).

Penelitian tentang keberadaan enzim protease dari biota laut yang telah dilakukan, misalnya Choi et al. (1999) meneliti enzim protease pada Atlantic Menhaden, Lanier (1988; 1994) meneliti dari jenis pelagik Cod, Doke et al (1980) telah meneliti enzim protease jenis cathepsin D yang diisolasi dari jaringan ikan segar. Peneliti lain juga telah berhasil menemukan jenis protease dari sumber yang sama, yaitu netral protease (Makinodan et al., 1983), cathepsin B (Chen & Zall, 1986). Lin dan Lanier (1980) meneliti enzim protease dari Atlantic croaker, Busconi et al. (1984) meneliti white croaker.

Beberapa jenis enzim protease lain yang ditemukan dari jenis ikan laut, misalnya Chathesins B dan L dari salmon (Yamashita & Konagaya, 1990; 1991), serine proteinase (Choi et al., 1999), alkalin proteinase (An et al., 1996), dan chathesin H (Aranishi et al., 1992).

Dari seluruh enzim tersebut di atas telah ditemukan sifat-sifatnya (karakter), yaitu meliputi massa molekul, aktivitas, pengaruh suhu, pH, kadar NaCl dan inhibitor terhadap aktivitas. Salah satu contoh enzim protease (alkalin proteinase) yang diisolasi oleh Choi et al., (1999) memiliki sifat antara lain massa molekul sebesar 707000 dalton, memiliki aktivitas 1,63 μ M tirosin/menit/mg protein, aktivitas maksimum terhadap kasein terjadi pada pH 8 dan suhu 5°C, serta aktivitasnya berkurang dalam NaCl 3,6%.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, potensi ikan laut di Perairan Laut Lombok cukup tinggi, yaitu pada tahun 1995 mencapai jumlah 64.724,9 ton, termasuk di dalamnya adalah ikan lemuru, ikan kerapu dan ikan tongkol (Dinas Perikanan NTB, 1995). Kendala yang dihadapi dalam pemrosesan/penyimpanan ikan adalah terjadinya pembusukan yang disebabkan oleh pemecahan protein oleh enzim protease yang berada di dalamnya.

Sampai saat ini sifat-sifat enzim protease yang terdapat dalam ikan laut yang berasal dari Perairan Lombok belum pernah diteliti, sehingga belum dapat di upayakan metode untuk mengatasinya. Untuk menjawab permasalahan tersebut maka telah dilakukan penelitian yang mengacu pada cara Choi et al., (1999) dan Simpson et al., (1990) dengan tahapan mengisolasi/ mengekstrak enzim, melakukan uji aktivitas, dan menentukan aktivitas enzim tersebut pada berbagai pH dan suhu.

METODE PENELITIAN

Sampel

Sampel dalam penelitian ini 3 jenis ikan (ikan lemuru, ikan kerapu dan ikan tongkol) yang ditemukan di Perairan Lombok. Sampel yang diperoleh selanjutnya diidentifikasi

Isolasi

Dalam tahap ini tiga jenis sampel ikan laut masing-masing ditimbang sebanyak 100 gram. Sampel dihomogenasi dengan blender dengan zat berbagai pengekstrak.

Selanjutnya homogenat disentrifus dan didialisis semalam dengan buffer fosfat 1 mM. Dialisat diambil sebagai sumber enzim untuk diuji aktivitasnya.

Fraksinasi dengan aseton

Hasil fraksi tersebut di atas selanjutnya difraksinasi dengan aseton dengan kejenuhan 30%, 40%, 60%, dan 80% selanjutnya disentrifus dengan kecepatan 12.000 rpm selama 20 menit. Endapan dilarutkan dalam buffer fosfat 50 mM pH 7,2 dan hasilnya didialisis semalam dengan buffer fosfat 1 mM dan dialisat dilakukan uji aktivitas.

Uji aktivitas enzim

Uji aktivitas enzim dilakukan menurut Doke dan Ninjoor (1987) dengan menggunakan kasein. Prinsip umum adalah 5 ml kasein 5 % dalam buffer $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 50 mM ditambah 1 ml enzim diinkubasi pada suhu 60°C selama 30 menit. Selanjutnya ditambah 5 ml TCA 5% untuk menghentikan reaksi. Cairan disentrifus 12.000 rpm dan diukur secara spektrofotometri UV-Vis pada λ 350 nm dengan menggunakan tirosin sebagai standar. Aktivitas dinyatakan sebagai μ mol tirosin per jam.

Pengukuran kadar protein

Pengukuran kadar protein dilakukan dengan metode Lowry, yaitu 5 ml dialisat + 1 ml pereaksi Lowry + 1 mL Folin-Ciocalteu kemudian dibiarkan 30 menit dan diukur dengan spektrofotometri pada λ 750 nm.

Uji pengaruh suhu terhadap aktivitas enzim

Dengan cara yang sama pada uji aktivitas enzim, tetapi inkubasi dilakukan pada suhu 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, dan 70 °C, pada pH 8

Uji pengaruh pH terhadap aktivitas enzim

Dengan cara yang sama pada uji aktivitas enzim, tetapi inkubasi dilakukan pada suhu optimum dan dilakukan pada pH 5 (buffer asetat), pH 6 dan 7 (buffer fosfat), pH 8, 9, 10, dan 11 (buffer borat)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas spesifik enzim dalam penelitian ini dinyatakan sebagai unit enzim/mg protein, sedangkan unit enzim dinyatakan sebagai jumlah μ mol tirosin yang dihasilkan dari hidrolisis kasein per jam. Pengukuran jumlah tirosin dilakukan dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 350 nm, sedangkan pengukuran kadar

protein dilakukan dengan metode Lowry. Kadar protein dari berbagai jenis pengekstrak

tercantum dalam tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kadar protein dalam berbagai jenis ekstrak

Sampel	Konsentrasi mg/ml		
	KCl 0,5 %	KCl 0,2 M, pH 7	KCl 0,6 M, EDTA 10 mM
Ikan Kerapu	4,21	4,02	3,55
Ikan Lemuru	3,63	3,56	3,25
Ikan Tongkol	3,65	3,29	3,21

Dari tabel 1 dapat diinformasikan bahwa kelarutan protein tertinggi untuk ikan kerapu adalah dengan KCl 0,5%, diikuti KCl 0,2 M pH 7 dan KCl 0,6 M-EDTA 10 mM. Kondisi ini dimungkinkan protein mengalami ionisasi sehingga kelarutan dalam medium air/polar adalah tinggi. Aktivitas enzim tertinggi ditemukan dalam pengekstrak KCl 0,5 % yaitu sebesar 0,68 unit/mg protein untuk ikan kerapu, 0,72 untuk ikan lemuru dan 0,81 unit/mg protein untuk ikan tongkol, sehingga dapat dipastikan bahwa kelarutan serta stabilitas enzim secara optimum adalah dalam pelarut KCl 0,5 %. Selanjutnya dapat ditunjukkan bahwa pengekstrak KCl 0,2 M pH 7 dan KCl 0,6 M, EDTA 10 mM memberikan aktivitas yang cukup rendah. Hal tersebut

menunjukkan bahwa enzim protease dalam ikan tersebut kurang stabil atau kurang larut dalam kedua pengekstrak.

Dari tabel 1 juga dapat diinformasikan bahwa enzim protease tertinggi terdapat dalam ikan tongkol 0,81 unit/mg protein dan diikuti oleh ikan lemuru 0,72 unit/mg protein dan ikan kerapu 0,68 unit/mg protein. Suatu hal perlu diperhatikan adalah adanya enzim protease dalam ikan akan menyebabkan pembusukan dalam jaringannya.

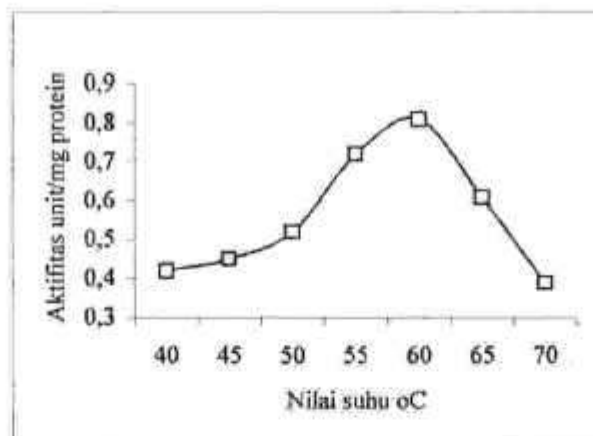
Selanjutnya untuk mengetahui bagaimana kandungan protein dan aktivitas enzim setelah diperlakukan dengan aseton, maka berikut ini disajikan kadar protein dari berbagai fraksi aseton (Tabel 2).

Tabel 2. Kadar protein dan aktivitas enzim dalam berbagai konsentrasi aseton

Konsentrasi aseton	Kadar protein (mg/ml)	aktivitas unit/mg protein
1. Aseton 30%	0,98	0,26
2. Aseton 40%	1,11	0,88
3. Aseton 60%	1,14	1,43
4. Aseton 80%	1,24	2,52

Dari tabel 2 dapat diinformasikan bahwa pada umumnya kandungan protein dalam fraksi aseton lebih rendah dibandingkan dengan yang terdapat dalam ekstrak. Hal ini disebabkan masih adanya protein yang tidak terendapkan oleh aseton. Data ini juga didukung oleh keadaan dimana makin tinggi persentase aseton makin tinggi pula kadar protein.

Oleh karena aktivitas tertinggi diperoleh dari ekstrak KCl 0,5 %, maka pengujian sifat fisik dilakukan dengan menggunakan ekstrak KCl 0,5%. Variasi suhu yang diteliti adalah: 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, dan 70°C. Profil aktivitas spesifik enzim pada berbagai suhu dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Profil suhu terhadap aktivitas enzim protease pada berbagai suhu

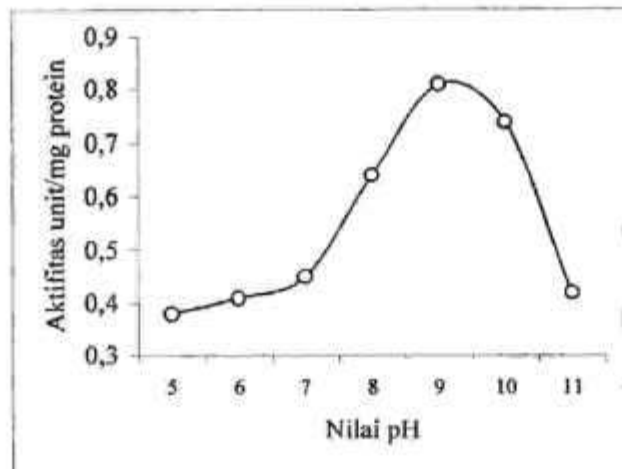
Dari gambar 1 dapat diinformasikan bahwa suhu optimum yaitu suhu yang tepat bagi aktivitas enzim adalah suhu 60 °C. Peningkatan yang kurang tajam adalah dari suhu 45 °C hingga 60 °C, sedangkan dari 60 °C ke 70 °C mengalami penurunan yang cukup cepat.

Hasil penelitian ini sesuai dengan sifat termal enzim protease yaitu tahan dalam suhu cukup tinggi (Lin dan lanier, 1980; Deng, 1981; Makinodan, 1985). Sebagaimana yang dilaporkan oleh Doke dan Ninjoor (1987), enzim protease tersebut aktivitas pada suhu 60 °C – 80°C. Hal ini dapat artikan bahwa enzim tersebut tidak tepat untuk suhu tinggi. Rendahnya aktivitas pada suhu tinggi dapat dikaji dari aspek struktur enzim. Oleh karena enzim merupakan protein, maka pada suhu tinggi stuktur tersebut dapat mengalami konformasi/ perubahan struktur dengan adanya perubahan struktur, maka sisi aktif dari enzim juga akan berubah yang berarti aktivitasnya juga berubah

Sifat fisik ke dua adalah pengaruh pH, kondisi tersebut didasarkan bahwa enzim

merupakan protein, sedangkan protein tersusun dari asam amino yang memiliki gugus karboksil COOH dan amina NH₂. Adanya ke dua gugus tersebut, maka struktur molekul enzim sangat dipengaruhi oleh pH, yaitu dalam pH rendah akan terjadi ionisasi pada gugus amina sedangkan pada pH tinggi terjadi ionisasi pada gugus asam. Profil aktivitas enzim pada berbagai pH dapat dilihat pada gambar 2.

Dari gambar 2 dapat diinformasikan bahwa profil aktivitas spesifik enzim dari pH 5 hingga 11 adalah meningkat sampai pH 8 dan menurun hingga pH 11. Aktivitas pada pH 5 sangat rendah kemudian mengalami peningkatan hingga pH 6. Dari pH 6 juga mengalami peningkatan hingga pH optimum yaitu pH 8. Dari pH 8 aktivitas turun cukup cepat hingga pH 11. Rendahnya aktivitas pada pH 5 disebabkan pH tersebut terlalu asam sehingga enzim dalam hal ini protein mengalami ionisasi dibagian gugus amina, sehingga strukturnya berubah yang berarti aktivitasnya juga berubah.



Gambar 2. Profil aktivitas enzim pada berbagai nilai pH

Dengan meningkatnya pH diharapkan daya ionisasi gugus amina menjadi berkurang sehingga perubahan struktur tidak terlalu berpengaruh sehingga aktivitas enzim juga tidak terganggu. Dengan penjelasan yang sama yang sama, semakin tinggi pH kemungkinan ionisasi bagi gugus karboksilat COOH semakin besar, sehingga perubahan struktur molekul enzim makin tinggi pH juga makin besar akibatnya perubahan aktivitasnya pun makin besar. Hal ini terlihat bahwa pada pH 11 aktivitas enzim sangat rendah dibandingkan dengan pH 8.

Hasil penelitian ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Choi et al., (1999) memiliki sifat antara massa molekul sebesar 707000 dalton, memiliki aktivitas 1,63 μ M tirosin/menit/mg protein, aktivitas maksimum terhadap kasein terjadi pada pH 8 dan aktivitasnya berkurang dalam NaCl 3,6%.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Enzim protease dalam ikan kerapu, lemuru, dan tongkol dapat diekstrak secara baik dengan KCl 0,5% dengan aktivitas spesifik masing-masing 0,68; 0,72; dan 0,81 unit/mg protein.
2. Adanya pemurnian lebih lanjut dengan aseton 80% menunjukkan peningkatan aktivitas hingga 1,24 unit/mg protein
3. Aktivitas enzim protease dalam jaringan ikan tongkol memiliki kondisi optimum pada pH 8 dan suhu 60°C.

Saran

Mengingat bahwa pengkajian mengenai enzim protease dalam jaringan ikan adalah sangat penting, sedangkan penelitian ini hanya merupakan tahap awal, maka perlu dilanjutkan dengan isolasi dengan kromatografi, penentuan sifat fisik yang belum dikaji, serta daya katalitik pada jenis protein lain.

DAFTAR PUSTAKA

- An, H., Peters, M.Y., dan Seymour, T.A., 1996. Role of endogenous enzymes in surimi gelation. *Trends Food Sci. Tech.* 7: 321 – 327.
- Aranishi, F., Hara, K., dan Ishihara, T. 1992. Purification and characterization of cathepsin H from hepatopancreas of carp. *Biochem. Physiol.* 102B: 499 – 505
- Busconi, L., Falco, H.J., Martone, C., dan Truco, R.E., 1984. Identification of two alkaline proteases and trypsin inhibitor from muscle of white croaker. *FEBS Letts.* 176 : 211
- Chen, M.C., dan Zall, R.R., 1986. Partial purification and characterization of chathepsin D-like and B-like acid protease from surf clam viscera. *J. Food Sci.* 51 : 71.

- Choi, Y.J, Lanierm T.C, Lee, H.G. 1999. Purification and characterization of alkaline proteinase from Atlantic Menhaden Muscle. *J. Food Sci.* 64:5.
- Dinas Perikanan NTB. 1995. Dinas Perikanan Nusa Tenggara Barat
- Doce, S.N. dan Ninjoor. V., 1987. Characteristics of an alkaline proteinase and exopeptidase from shrimp muscle. *J. Food Sci.* 52 : 1203.
- Doce, S.N. dan Ninjoor. V., 1980. Characteristics of chatepsin D from the skeletal muscle of fresh water fish. *Agric. Biol. Chem.* 44 : 1521
- Goll, D.E., Olsuka, Y., dan Nagainis. 1983. Role of muscle proteinase in maintenance of muscle integrity and mass. *J. Food Biochem.* 7 : 137.
- Lanier, T.C. 1988. Muscle protein functional properties and protease content of surimi prepared from fatty dark-fleshed fish species . UNC Sea Grant Publ.
- Lin, T.S. and Lanier, T.C. 1980. Properties of an alkaline protease from the skeletal muscle of Atlantic croaker. *J. Food Biochem.* 4 : 17.
- Makinodan, Y., Toyohara, H, dan Ikeda, S. 1983. On the existence of acid, neutral and alkaline proteinase in fish muscle. *Bull. Jap. Sci. Fish.* 42: 109.
- Simpson, B.K, Simpson, M.V., dan Haard, N.F. 1990. Properties of trypsin from the pyloric ceca of atlantic cod. *J. Food. Sci.* 55:959.
- Weisman, A. 1985. Hand Book of Enzyme Biotechnology. Second Edition. John Wiley&Sons.
- Yamashita, M. Dan Konagaya. 1991. Hydrolytic action of salmon chatepsin A and L to muscle structural protein in respect of muscle softening. *Nippon Suisan Gakkaishi.* 57: 1917 – 1922.

F. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini ucapan terima kasih diucapkan kepada DIRJEN DIKTI yang telah memberikan dana, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

Hubungan Motivasi Dan Kemampuan Menjelaskan Konsep Dalam Percobaan Di Laboratorium Dengan Hasil Belajar Titrasi Redoks

Correlation Between Motivation And Ability To Explain The Concept Of Experiment In The Laboratory And The Result Of Study Of Redox Titration

MUTI'AH

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62. Mataram-NTB. Telp.(0370) 628387 Fax (0370) 634918

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang hubungan motivasi dan kemampuan menjelaskan konsep dalam percobaan di Laboratorium dengan hasil belajar titrasi redoks bagi Mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia, FMIPA, FKIP Unram. Sampel yang digunakan adalah Mahasiswa angkatan 2002 dengan jumlah 30 orang.

Dari hasil penelitian dapat diperoleh bahwa dengan memadukan aspek motivasi melakukan percobaan dan kemampuan menjelaskan konsep dalam percobaan, maka prestasi hasil belajar titrasi redoks dapat ditingkatkan. Secara empiris hal tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan: $Y = 0,598 X_1 + 0,361 X_2 + 11,104$; dengan $r = 0,985$

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah ada hubungan yang signifikan antara motivasi melakukan percobaan dan kemampuan menjelaskan konsep dalam praktikum dengan hasil belajar titrasi redoks.

Kata kunci : Motivasi, kemampuan konsep, hasil belajar, titrasi redoks

ABSTRACT

Research about correlation between motivation and ability to explain the concept of experiment in the laboratory and the result of study of redox titration has conducted for 30 students of Study Program of Chemistry Education of entry year 2002 .

The result shows that combination of motivation aspect to do laboratory work and ability to explain the concept of experiment could increase the result of study of redox titrations. Empirically, it can be expressed in the equation:

$$Y = 0,598 X_1 + 0,361 X_2 + 11,104; \text{ with } r = 0,985$$

Conclusion of this research is significance correlation between motivation to do laboratory work and ability to explain the concept of experiment with the result of study of redox titration

Key word: Motivation, ability to explain the concept, result of study, redox titration

PENDAHULUAN

Titrasi redoks merupakan bagian dari pokok bahasan dalam matakuliah Dasar-dasar Kimia Analitik, sebagaimana pokok bahasan yang lain yaitu analisis kualitatif, tahapan dalam analisis kimia, gravimetri, titrasi asam-basa, titrasi pengendapan, dan titrasi pembentukan senyawa kompleks. Sampai saat ini dari hasil pengalaman mengajar dapat dirasakan bahwa pokok bahasan tersebut sulit dipahami mahasiswa,

sehingga hasil belajar mahasiswa masih rendah.

Melalui penerapan metode pembelajaran dengan melakukan percobaan, maka mahasiswa akan berlatih untuk memecahkan masalah, mendalami fakta, melatih berpikir ilmiah dan mengembangkan sikap ilmiah untuk menemukan hal baru, sehingga pemahaman konsep dapat meningkat (Nakhleh, 1993).

Sampai saat ini masih sedikit penggunaan metode percobaan di laboratorium dalam pembelajaran kimia.

Kondisi tersebut sering disebabkan sebagian guru atau mahasiswa kurang minat/*kurang termotivasi* untuk melakukan percobaan kimia. Sehubungan dengan hal tersebut metode pengajaran di laboratorium dalam pengajaran titrasi redoks sangat penting sebab disamping penguasaan konsep dengan baik, mahasiswa harus dapat mengaplikasikan dalam bentuk praktek, yaitu melakukan suatu analisis kimia.

Kurangnya motivasi pada diri seorang mahasiswa dalam melakukan percobaan kimia dapat disebabkan oleh karena mahasiswa tidak mengerti mengenai apa yang dipraktikkan (konsep yang dipraktikumkan). Dalam hal ini mahasiswa tidak mengerti proses kimia apa yang terjadi, dengan demikian *kemampuan menjelaskan konsep* pada materi yang dipraktikumkan sangat penting.

Oleh karena sebagian besar konsep dalam kimia bersifat abstrak Ben-Zvi, et al., (1988), maka apabila seorang mahasiswa telah menguasai konsep dari apa yang dipraktikumkan dengan baik, mahasiswa lebih mudah mempelajari konsep tersebut. Dengan demikian hasil belajar kimia khususnya titrasi redoks dapat meningkat.

Berdasarkan hal tersebut di atas menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara motivasi melakukan percobaan kimia dan kemampuan menjelaskan konsep dari konsep yang dipraktikumkan dengan hasil belajar mahasiswa. Dengan demikian melalui peningkatan pemahaman mahasiswa dalam melakukan percobaan diharapkan akan terjadi peningkatan hasil belajar mahasiswa. Selanjutnya dengan menanamkan motivasi pada mahasiswa untuk melakukan percobaan diharapkan seorang mahasiswa dapat melakukan percobaan dengan baik dan benar.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut: pertama untuk mengetahui ada/tidak hubungan motivasi melakukan percobaan titrasi redoks terhadap hasil belajar mahasiswa. Ke dua untuk mengetahui ada/tidak hubungan kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan konsep dalam praktikum titrasi redoks terhadap hasil belajar mahasiswa. Ke tiga untuk mengetahui ada/tidak hubungan motivasi melakukan percobaan dan kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan konsep dalam praktikum titrasi redoks terhadap hasil belajar mahasiswa

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep titrasi redoks dalam matakuliah Dasar-dasar Kimia Analitik mencakup: potensial elektroda, jenis elektroda, persamaan Nernst, kurva titrasi, indikator dan penerapan titrasi redoks (Underwood & Day, 1990). Menurut Khopkar (1990) konsep titrasi redoks hanya menyajikan tentang pengertian umum, kurva titrasi, dan penerapannya dalam analisis kimia.

Fritz & Schek (1987) menyajikan konsep titrasi redoks terpisah dengan teori mengenai titrasi redoks. Teori mengenai reaksi redoks dan titrasi redoks mencakup reaksi redoks, potensial reduksi standar, potensial sell, persamaan Nernst, titrasi potensiometri, dan indikator titrasi redoks. Konsep titrasi redoks mencakup perhitungan dasar dalam titrasi redoks, titrasi dengan oksidator kuat, titrasi langsung dengan iodin, titrasi tidak langsung yang melibatkan iodin.

Motivasi menurut Gulo (1982) adalah kecenderungan siswa/mahasiswa untuk melakukan sesuatu. Selanjutnya menurut Sumardi (1987) motivasi pada dasarnya merupakan suatu kecenderungan tingkah laku yang dipengaruhi oleh kebutuhan dan diarahkan pada tujuan yang telah di rencanakan. Sejalan dengan hal tersebut, maka motivasi melakukan percobaan kimia dapat diartikan sebagai kecenderungan siswa untuk melakukan percobaan kimia, yang dipengaruhi oleh kebutuhan siswa (Muti'ah, 1991).

Motivasi yang dikenal saat ini terbagi dua, yaitu berasal dari dalam (motivasi instrinsik) dan berasal dari luar (ekstrinsik) (Soeito, 1987). Motivasi instrinsik dapat dibentuk oleh guru/dosen dengan cara meng-gairahkan perasaan ingin tahu, keinginan untuk mencoba, dan hasrat untuk maju. Motivasi eksternal dapat dibentuk oleh guru/dosen dengan cara memberi penghargaan atau pujian yang dapat dicapai siswa.

Konsep kimia adalah sesuatu yang menjadi azas dalam ilmu kimia. Dengan konsep tersebut seseorang dapat memecahkan persoalan-persoalan yang berhubungan dengan kimia. Pada dasarnya konsep kimia adalah merupakan suatu hasil pengamatan atau eksperimen seseorang tentang keadaan alam sekitarnya.

Menurut Gronlund (1986) kemampuan menjelaskan konsep kimia pada dasarnya adalah kemampuan untuk menerangkan atau

menginterpretasi. Penjelasan di dalam ilmu kimia merupakan hasil pemahaman fakta, gejala, atau fenomena alam dalam bentuk konsep, prinsip atau teori dalam ilmu kimia.

Menurut Amien (1978), konsep adalah suatu ide atau gagasan yang digeneralisasikan dari pengalaman-pengalaman tertentu yang relevan. Di dalam kimia pengalaman yang dimaksud adalah fakta empiris yang ditemukan dalam kegiatan belajar kimia yang diperoleh melalui langkah-langkah metode ilmiah. Konsep memiliki atribut-atribut tertentu, dengan demikian semakin lengkap atribut yang dimiliki semakin spesifik konsep tersebut.

Menurut Gagne & Driscoll (1988) hasil belajar adalah kemampuan yang dimiliki siswa/mahasiswa sebagai akibat perbuatan belajar dan dapat diamati melalui penampilan siswa. Selanjutnya Dick & Reiser (1989) mengatakan bahwa hasil belajar adalah kemampuan siswa sebagai hasil kegiatan pembelajaran.

Menurut Sopah (2000) faktor yang mempengaruhi hasil belajar adalah faktor internal eksternal. Faktor internal misalnya adalah kecerdasan, motivasi, dan kemampuan kognitif. Faktor eksternal adalah pengajar (dosen), kurikulum dan model pembelajaran.

Sudjana (1995) menyatakan bahwa hasil belajar dalam aspek kognitif yang banyak dinilai adalah berkaitan dengan kemampuan siswa/mahasiswa dalam menguasai isi bahan pelajaran.

METODE PENELITIAN

1. Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan menggunakan 3 variabel, yaitu 1 variabel terikat Y (hasil belajar mahasiswa pada pokok bahasan titrasi redoks) dan 2 variabel bebas X_1 (motivasi melakukan percobaan) dan X_2 (kemampuan menjelaskan konsep dalam praktikum titrasi redoks).

Sampel Penelitian

Sampel penelitian ini adalah Mahasiswa P.S Pendidikan Kimia Semester III

yang diambil secara random dari populasi seluruh mahasiswa.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi: pembuatan rencana pembelajaran, tes motivasi, prosedur percobaan, alat dan bahan percobaan, tes kemampuan menjelaskan konsep materi yang dipraktikumkan dan tes hasil belajar.

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan cara melaksanakan kegiatan belajar-mengajar melalui percobaan di laboratorium. Pengambilan data dilakukan dengan tes baik tes motivasi, tes kemampuan menjelaskan konsep yang dipraktikumkan dan tes hasil belajar.

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan statistik regresi ganda (Margono, 2000) dengan persamaan: $Y = aX_1 + bX_2 + c$, dimana: X_1 adalah motivasi melakukan percobaan, X_2 : kemampuan menjelaskan konsep dalam percobaan/praktikum dan Y adalah hasil belajar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

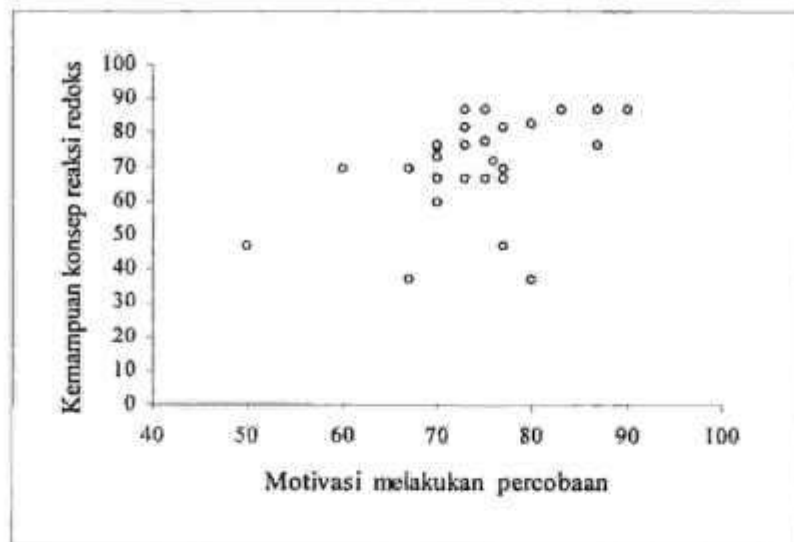
Hubungan Motivasi Melakukan Percobaan dengan Prestasi Belajar Titrasi Redoks

Dalam penelitian ini unsur motivasi yang diteliti meliputi adanya rasa senang, usaha untuk melaksanakan dengan baik, dan usaha untuk menghindari kegagalan. Dari hasil penelitian yang menggunakan sampel sebanyak 30 orang diperoleh pola hubungan antara motivasi melaksanakan percobaan titrasi redoks dengan prestasi belajarnya sebagaimana disajikan dalam gambar 1.

Dari gambar 1 dapat ditunjukkan adanya hubungan linier antara motivasi melakukan percobaan dengan prestasi hasil belajar titrasi redoks. Dalam hal ini semakin tinggi motivasi mahasiswa semakin tinggi prestasi hasil belajarnya sesuai persamaan:

$$Y = 0,284 X + 54,705 ; r = 0,524$$

Berdasarkan data tersebut, maka untuk meningkatkan prestasi belajar titrasi redoks bagi mahasiswa Program Studi Pendidikan Kimia dapat dilakukan dengan cara meningkatkan motivasi untuk melakukan percobaan.



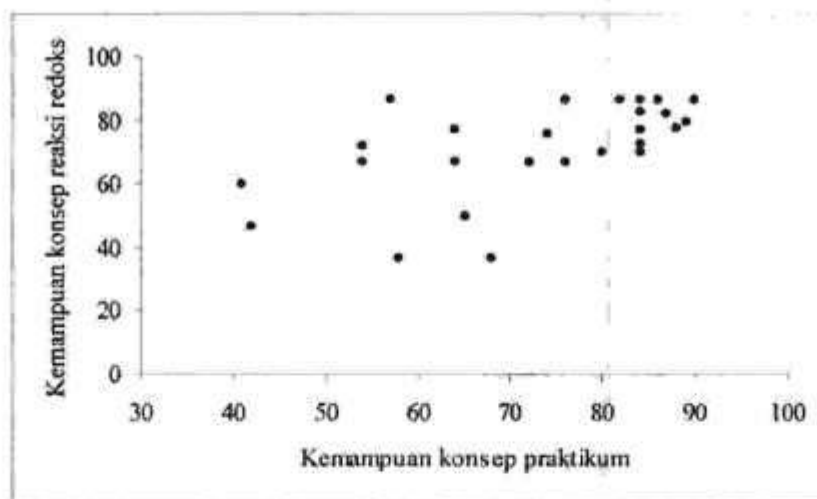
Gambar 1. Kurva hubungan antara motivasi melakukan percobaan dengan prestasi belajar titrasi redoks

Hubungan Kemampuan Menjelaskan Konsep Praktikum/Percobaan dengan Prestasi Belajar Titrasi Redoks

Studi kemampuan konsep menjelaskan konsep praktikum dalam penelitian ini bertujuan untuk meneliti apakah benar bahwa mahasiswa memahami apa yang dikerjakan/dilakukan selama melakukan percobaan titrasi redoks. Indikator yang diteliti antara lain memahami zat kimia yang terlibat, reaksi-reaksi atau proses kimia yang terjadi

selama proses titrasi, serta aspek kuantitatif yang terjadi dalam proses titrasi tersebut.

Hasil penelitian mengenai hubungan nilai kemampuan menjelaskan konsep praktikum dengan prestasi belajar titrasi redoks dapat dilihat dalam gambar 2 berikut. Dari gambar 2 dapat dilihat adanya hubungan positif antara kemampuan menjelaskan konsep praktikum bagi mahasiswa Program Studi Kimia dengan prestasi belajar titrasi redoks. Dalam hal ini semakin tinggi kemampuan menjelaskan konsep praktikum, maka semakin tinggi pula prestasi belajar mahasiswa tersebut.



Gambar 2. Hubungan Kemampuan menjelaskan konsep praktikum dengan prestasi belajar titrasi redoks

Hal ini dapat ditinjau dari hakekat pengajaran kimia analitik yang pada dasarnya adalah suatu matakuliah yang menjelaskan konsep-konsep dasar dalam melakukan analisis kimia. Apabila seorang dapat memahami benar apa yang dianalisis, maka seseorang dapat menguasai konsep kimia dengan baik dan lebih luas atau sebaliknya. Hubungan antara kemampuan menjelaskan konsep praktikum dengan prestasi belajar secara kuantitatif dapat dikuantifikasikan dalam persamaan :

$$Y = 0,572 X + 31,845; r = 0,585$$

Implikasi dari penelitian ini dapat dinyatakan bahwa untuk meningkatkan hasil belajar titrasi redoks dapat diupayakan dengan cara memberikan penjelasan pada mahasiswa dalam melakukan percobaan, sehingga mahasiswa mengerti benar apa yang dilakukan secara mendalam.

Hubungan Motivasi Melakukan Percobaan dan Kemampuan Menjelaskan Konsep Praktikum dengan Prestasi Belajar Titrasi Redoks

Untuk mengetahui sejauh mana hubungan antara motivasi melakukan percobaan dan kemampuan menjelaskan konsep praktiku/percobaan dengan prestasi belajar titrasi redoks secara bersamaan, maka selanjutnya dilakukan analisis regresi ganda. Dari hasil analisis dengan statistik regresi ganda diperoleh persamaan empiris:

$$Y = 0,598 X_1 + 0,361 X_2 + 11,104; r = 0,985$$

dimana X_1 adalah motivasi melakukan percobaan, X_2 adalah kemampuan menjelaskan konsep praktikum dan 11,104 merupakan tetapan empiris dari persamaan regresi ganda, serta r merupakan koefisien korelasi.

Dari persamaan regresi ganda tersebut dapat diperoleh informasi bahwa bila kedua variabel tersebut dipadu secara bersamaan, maka memiliki hubungan yang sangat tinggi dengan prestasi hasil belajar hingga koefisien korelasi sebesar 0,985. Di samping itu nilai tetapan regresi sebesar 11,104 juga cukup rendah bila dibandingkan dengan nilai tetapan pada regresi tunggal. Hal ini mengandung arti bahwa apabila mahasiswa tidak memiliki motivasi dan tidak dapat menguasai konsep praktikum, maka mahasiswa hanya dapat mendapatkan prestasi hasil belajar titrasi redoks sebesar 11,104.

Untuk dapat menguji apakah persamaan empiris regresi ganda yang diperoleh dapat digunakan untuk memprediksi secara umum, maka dilakukan analisis untuk uji anava garis regresi ganda. Lebih lanjut uji statistik anava bertujuan untuk menguji hipotesis yang berbunyi "Apakah ada hubungan antara motivasi melakukan percobaan dan kemampuan menjelaskan konsep praktikum dengan prestasi belajar titrasi redoks?"

Dengan menggunakan tabel F pada α 0,05 dan db = 2 dan 27 diperoleh 4,4. Bila dibandingkan nilai F_o dengan nilai F tabel F-t, maka $F_o > F_t$ berarti H_a diterima artinya ada

hubungan antara motivasi melakukan percobaan dan kemampuan menjelaskan konsep praktikum dengan prestasi belajar titrasi redoks.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Ada hubungan motivasi melakukan percobaan titrasi redoks terhadap hasil belajar
2. mahasiswa yang secara empiris dapat dinyatakan dalam persamaan: $Y = 0,284 X + 54,705$; $r = 0,524$
3. Ada hubungan kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan konsep dalam praktikum titrasi redoks terhadap hasil belajar mahasiswa yang secara empiris dapat dinyatakan dalam persamaan: $Y = 0,572 X + 31,845$; $r = 0,585$
4. Ada hubungan motivasi melakukan percobaan dan kemampuan mahasiswa dalam menjelaskan konsep dalam praktikum titrasi redoks terhadap hasil belajar mahasiswa yang secara empiris dapat dinyatakan sebagai $Y = 0,598 X_1 + 0,361 X_2 + 11,104$; $r = 0,985$

Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan bahwa untuk meningkatkan prestasi belajar titrasi redoks dalam pengajaran kimia analitik dapat dilakukan dengan cara memadukan dua hal, yaitu pertama memberikan tindakan agar mahasiswa memiliki motivasi tinggi dalam melakukan praktikum. Ke dua dapat dilakukan tindakan agar mahasiswa dapat mengerti dengan benar apa yang dilakukan dalam praktikum, baik dari aspek jenis zat yang terlibat, proses kimia maupun aspek kuantitatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Amien, M. 1987. Mengajar Science dengan Menggunakan Metode Discoverey-inquiry. FKIE. IKIP Yogyakarta.
- Ben-Zvi, R., Eylon, B., dan Silberstein, J. 1988. "Theories, Principles and Laws". *Education in Chemistry*. 25: 89 – 92.
- Gronlund, N.E. 1986. Measurement and Evaluation in Teaching. New York: The Macmillan Company.
- Gulo, D. 1982. Kamus Psikologi. Tonis. Bandung.
- Dick, W. Dan Reise, R.A. 1989. Planning Effective Instruction. Boston: Allyn and Bacon
- Fritz, J.M. 1987. Quantitative Analytical Chemistry. Prentice Hall. New Jersey
- Gagne, R.M. dan Driscoll, M.P. 1988. Essentials of Learning for Instruction. Englewood Cliffs, N.J: Prentice-Hall.Inc.
- Khopkar, S.M. 1990. Konsep dasar Kimia Analitik. UI Press. Jakarta
- Margono, S. 2000. Metodologi Penelitian Pendidikan. PT Rineka Cipta. Jakarta
- Nakhleh, M.B. 1993. "A Protocol of Analysis the Influence on Student's Actions, Verbal Commentary, and Thought Processes during the Performance on Acid Base Titrations". *Journal of Research in Science*. Vol. 30. No. 9: 1149-1168
- Soeito. 1982. Psikologi Pendidikan 1. Tarsito. Bandung.
- Sopah, D. 2000. "Pengaruh Model Pembelajaran dan Motivasi Berprestasi Terhadap Hasil Belajar". *Jurnal Pend. Dan Kebudayaan*. No. 022, Tahun ke-5, Maret: 121-137
- Sudjana, N. 1995. Penilaian Hasil Proses Belajar Mengajar. Remaja Rusda Karya. Bandung
- Sumardi. 1987. "Sifat Ingin Tahu, Kreatifitas, dan Motivasi Praktikum dalam Pencapaian Prestasi Praktek Bekerja Mhs. S1 FPTK IKIP Yogyakarta". Tesis.
- Underwood, A.L. dan Day, R.A. 1990. Analisa Kimia Kuantitatif. Terjemahan: Erlangga. Jakarta

Kehadiran Enterobacteriaceae Patogen Dalam Makanan Pada Musim Yang Berbeda

The Presence Pathogenic Enterobacteriaceae Of Food In Different Season

ERNIN HIDAYATI

Program Studi Biologi Universitas Mataram
Jl. Majapahit No. 62 Mataram, NTB, Telp. 0370 639376
E-mail: e_hidayati31@yahoo.com

ABSTRAK

Makanan dapat bertindak sebagai substrat untuk pertumbuhan bakteri *Enterobacteriaceae* patogen. Keberadaan kelompok bakteri ini dalam makanan erat kaitannya dengan perubahan kondisi lingkungan dari musim ke musim, lamanya pendedahan makanan pada lingkungan, dan sifat makanan itu sendiri. Isolasi *Enterobacteriaceae* dari makanan menggunakan media Eosin Methylen Blue Agar (EMB Agar), Salmonella-Shigella Agar (SS Agar), dan Selenit Broth.

Selama tiga musim pengambilan sampel, ditemukan 12 jenis bakteri, yaitu *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella rhinoscleromatis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter agglomerans*, *Alcaligenes odorans*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Serratia odorifera*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Staphylococcus aureus*. Delapan diantaranya ditemukan pada semua musim dan empat jenis lainnya hanya ditemukan pada musim penghujan. Diantara 12 jenis isolat tersebut, lima diantaranya merupakan *Enterobacteriaceae* patogen.

Kata Kunci: *Enterobacteriaceae*, patogen, isolasi, musim.

ABSTRACT

Food can be used as substrate for the growth of pathogenic *Enterobacteriaceae*. This group of bacteria which found in the food have correlation with environmental condition from season to season, length of food exposure and food characteristic it self. The isolation of *Enterobacteriaceae* of food used Eosin Methylen Blue Agar (EMB Agar), Salmonella-Shigella Agar (SS Agar), and Selenit Broth.

At the three seasons of sampling showed that about 12 isolates have found as follow as : *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella rhinoscleromatis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter agglomerans*, *Alcaligenes odorans*, *Pseudomonas alcaligenes*, *Serratia odorifera*, *Staphylococcus epidermidis*, and *Staphylococcus aureus*. There are 8 isolates always present in all seasons. About 4 isolats have found in rainy season only. However, about five isolates among them are pathogenic *Enterobacteriaceae*.

Key Words: *Enterobacteriaceae*, pathogen, isolation, season.

PENDAHULUAN

Hampir semua bahan makanan ditumbuhi oleh mikroba yang jenis dan jumlahnya berbeda. Makanan tersusun dari senyawa kimia yang merupakan sumber nutrien yang dibutuhkan juga oleh mikroba untuk pertumbuhannya. Oleh sebab itu, makanan dapat bertindak sebagai substrat untuk pertumbuhan mikroba pada umumnya dan mikroba patogen serta penghasil racun.

Kontaminasi mikroba dalam makanan dapat terjadi secara langsung maupun tak langsung dari sumber-sumber seperti tanah, air, udara, permukaan tubuh hewan, tumbuhan, dan manusia (Christchurch, 1998). Menurut Andriani (1995), di negara-negara berkembang seperti Indonesia, penyakit yang disebabkan oleh infeksi mikroba, termasuk gastroenteritis, merupakan penyakit yang paling sering ditemukan. Gaman dan Sherrington (1994) menambahkan bahwa

salah satu kelompok mikroba kontaminan yang paling sering ditemukan sebagai penyebab gastroenteritis adalah bakteri.

Enterobacteriaceae (enterobakter) merupakan salah satu famili bakteri dengan beberapa genera yang perlu diwaspadai karena dapat menyebabkan penyakit infeksi dan keracunan dalam makanan pada manusia. Sebagian anggota kelompok ini merupakan flora normal dalam saluran pencernaan, tetapi dapat bersifat patogen bila berada dalam jumlah tertentu. Sebagian lagi ditemukan hidup bebas di alam, sehingga dapat mengkontaminasi makanan melalui air, tanah, dan udara, baik pada bahan mentah maupun setelah pengolahan (Frazier, 1974).

Penyakit yang disebabkan oleh enteropatogen sangat erat kaitannya dengan kondisi lingkungan yang selalu berubah sepanjang musim. Misalnya, diare dan disentri sering terjadi pada musim penghujan, sedangkan typhus ternyata lebih banyak ditemukan pada musim kemarau (Black, 1999).

Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui kehadiran *Enterobacteriaceae* patogen dalam beberapa jenis makanan di musim yang berbeda berdasarkan lamanya terdedah pada lingkungan.

METODE PENELITIAN

Sampel makanan yang diuji adalah makanan goreng yang siap disajikan untuk dikonsumsi, yaitu daging ayam, ikan, dan tahu. Sampel makanan tersebut diambil dari delapan warung nasi di salah satu pasar di Bandung Utara. Pengambilan sampel makanan dilakukan dalam tiga musim, yaitu musim kemarau (12-24 Juli 200), peralihan (11-23 Nopember 2000), dan penghujan (13-25 Februari 2001). Pengambilan sampel pada setiap musim dilakukan selama tujuh kali dalam waktu dua minggu. Setiap hari,

dilakukan pengambilan sampel sebanyak tiga kali, yaitu pagi, siang, dan sore hari. Total sampling dalam tiga kali sampling perhari selama tujuh kali pada setiap musim adalah $3 \times 7 = 21$ kali. Total sampling ini dijadikan faktor pembagi terhadap jumlah kehadiran isolat pada setiap musim pengambilan sampel, kemudian disebut frekuensi. Adapun jumlah sel atau koloni diabaikan, yang diperhitungkan hanya jumlah kehadiran.

Isolasi bakteri dari sampel makanan terutama ditujukan untuk *Enterobacteriaceae* dengan menggunakan medium Eosin Methylene Blue Agar (EMB), Salmonella-Shigella Agar (SS), dan medium pengaya Selenit Broth.

Isolat bakteri kemudian diidentifikasi melalui serangkaian uji biokimia (Cappuccino dan Sherman, 1987). Selanjutnya, setiap karakter yang diperoleh dideterminasi menggunakan kunci determinasi dari Buchanan dan Gibbons (1974), Lennette (1985), dan Holt, *et al.* (1994).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri yang berhasil diisolasi dari sampel makanan berjumlah 12 jenis (Tabel 1). Delapan jenis diantaranya ditemukan baik pada musim kemarau, peralihan, dan penghujan, yaitu *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella rhinoscleromatis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter agglomerans*, dan *Alcaligenes odorans*. Empat jenis lainnya ditemukan hanya pada musim penghujan, yaitu *Pseudomonas alcaligenes*, *Serratia odorifera*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Staphylococcus aureus*. Diantara 12 jenis isolat tersebut, lima diantaranya merupakan *Enterobacteriaceae* patogen, yaitu *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella oxytoca*, dan *Enterobacter agglomerans*.

Tabel 1: Kehadiran dan pengelompokan isolat bakteri yang diperoleh dari sampel makanan selama musim kemarau, peralihan, dan penghujan.

No.	Nama Isolat/Pengelompokan	Kehadiran Pada Setiap Musim		
		Kemarau	Peralihan	Penghujan
1	<i>E. coli</i> /EP	+	+	+
2	<i>P. vulgaris</i> /EP	+	+	+
3	<i>K. pneumoniae</i> /EP	+	+	+
4	<i>K. oxytoca</i> /EP	+	+	+
5	<i>K. rhinoscleromatis</i> /E	+	+	+
6	<i>P. aeruginosa</i> /P	+	+	+
7	<i>E. agglomerans</i> /EP	+	+	+
8	<i>A. odorans</i>	+	+	+
9	<i>P. alcaligenes</i> /P	-	-	+
10	<i>S. odorifera</i> /E	-	-	+
11	<i>S. epidermidis</i> /P	-	-	+
12	<i>S. aureus</i> /P	-	-	+

Keterangan tabel:

EP: *Enterobacteriaceae* Patogen

E : *Enterobacteriaceae*

P : Patogen

+ : ditemukan

- : tidak ditemukan

Frekuensi kehadiran bakteri berdasarkan lama pendedahan makanan pada lingkungan

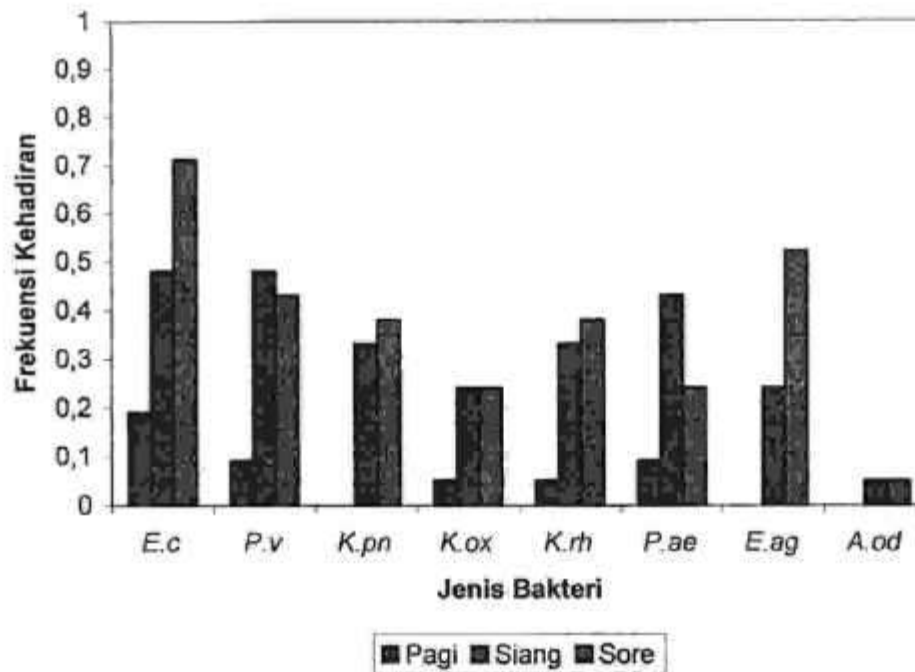
Lamanya waktu pendedahan makanan pada lingkungan dapat mempengaruhi kandungan bakteri dalam makanan. Hal ini dapat dilihat dari frekuensi kehadiran bakteri pada semua jenis sampel makanan, baik pada pagi, siang, dan sore hari. Frekuensi kehadiran bakteri pada pagi hari umumnya lebih sedikit dibandingkan siang dan sore hari. Hal ini disebabkan karena pada pagi hari, makanan baru selesai diolah. Proses pematangan makanan dengan cara pemanasan pada temperatur tinggi dapat membunuh sebagian besar bakteri kontaminan awal yang terdapat dalam bahan baku. Pada siang hari, makanan terdedah lebih lama di lingkungan sehingga kemungkinan kontaminasi juga tinggi. Selain itu, bakteri yang telah berada dalam makanan sejak pagi hari dapat mengalami peningkatan populasi.

Frekuensi kehadiran beberapa jenis bakteri tertentu pada sore hari mengalami penurunan dibanding siang hari. Hal ini disebabkan antara lain karena makanan biasanya dipanaskan kembali untuk kebutuhan makan sore dan malam hari. Aktivitas pemanasan tersebut dapat menyebabkan terbunuhnya sebagian bakteri. Tetapi umumnya, pada semua musim, bakteri yang ditemukan siang hari masih dapat ditemukan pada sore hari.

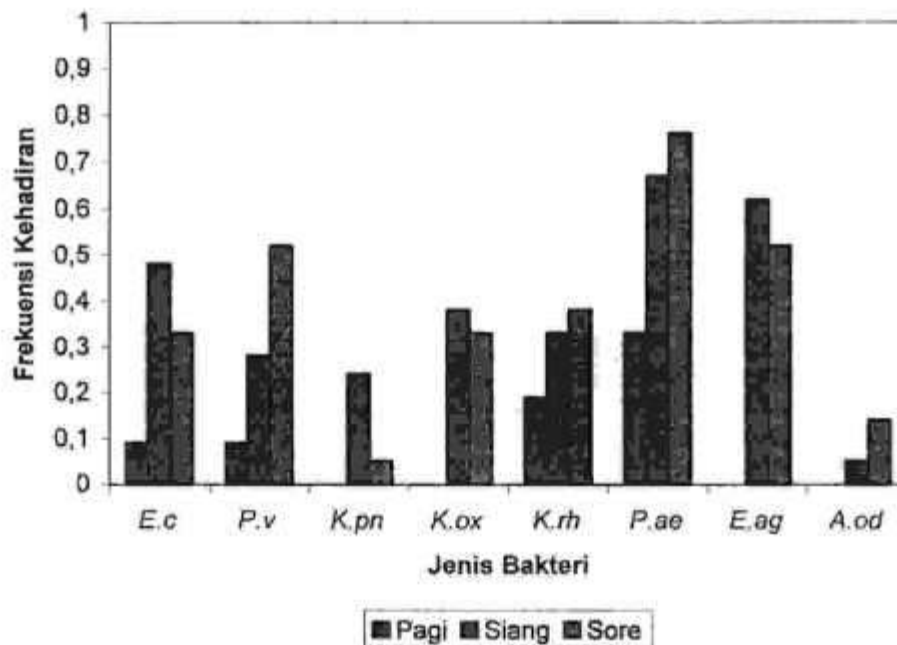
E. coli merupakan bakteri dominan yang ditemukan pada musim kemarau dan penghujan, baik pada pagi, siang, dan sore

hari dengan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 0,71 (Gambar 1 dan 3). Hal ini dapat disebabkan oleh kemampuannya beradaptasi dengan baik pada berbagai habitat (Todar, 1997). Bakteri ini dapat tumbuh aktif pada lingkungan perairan (Imamuddin, dkk., 1999; dan Black, 1999), sehingga dapat mengkontaminasi makanan melalui air yang tercemar. *E. coli* ditemukan pada semua sampel makanan, baik pagi, siang, dan sore hari. Bila konsumen terinfeksi oleh bakteri ini dalam jumlah yang cukup, maka dapat menyebabkan gangguan saluran pencernaan berupa diare yang dapat terjadi pada semua kelompok umur.

Selama pengambilan sampel, ditemukan tiga jenis *Klebsiella*. Salah satu adalah *K. pneumoniae* yang bersifat patogen, yaitu penyebab pneumonia dan infeksi saluran urin (Medic, 1995). Frekuensi kehadirannya relatif lebih tinggi pada musim kemarau dan penghujan dibandingkan dua jenis *Klebsiella* yang lain (Gambar 1 dan 3). Pada makanan uji juga ditemukan *E. agglomerans*, *P. vulgaris*, dan *Serratia odorifera*. Keberadaannya dalam makanan dapat berasal dari air dan tanah, terutama tanah yang banyak mengandung materi organik terdekomposisi (Rollins dan Joseph, 2000). Kehadiran *P. vulgaris* dalam makanan dapat menyebabkan kerusakan daging, sedangkan *Serratia* dapat membentuk pigmen kemerahan pada permukaan bahan makanan.



Gambar 1: Frekuensi kehadiran bakteri dalam makanan selama musim kemarau



Gambar 2: Frekuensi kehadiran bakteri dalam makanan selama musim peralihan.

Keterangan gambar:

E.c : *Escherichia coli*

K.pn : *Klebsiella pneumoniae*

K.rh : *Klebsiella rhinoscleromatis*

E.ag : *Enterobacter agglomerans*

P.v : *Proteus vulgaris*

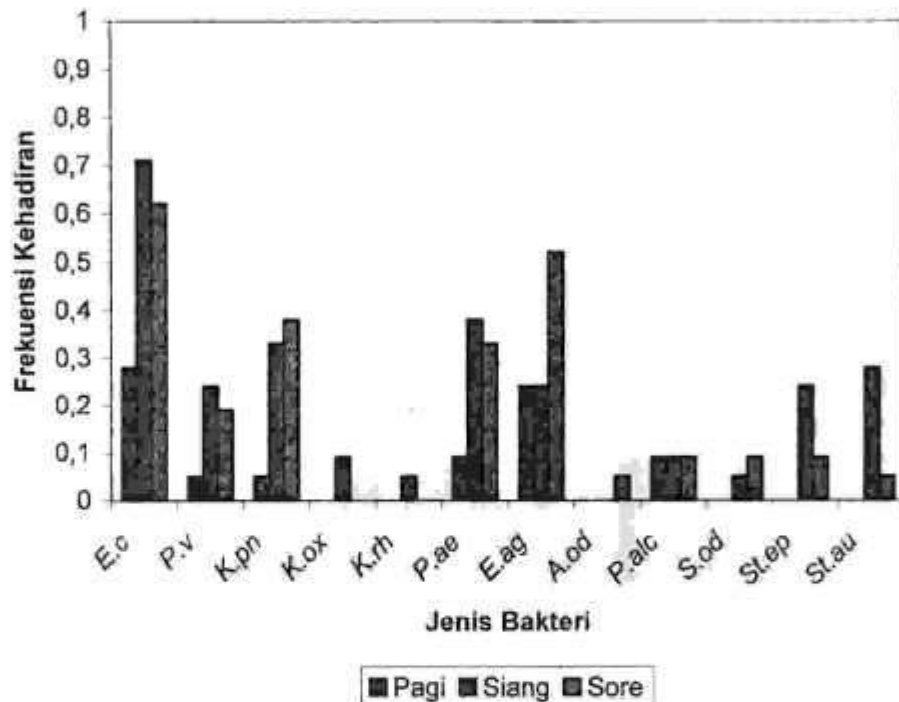
K.ox : *Klebsiella oxytoca*

P.ae : *Pseudomonas aeruginosa*

A.od : *Alcaligenes odorans*.

Selama pengambilan sampel, selain *Enterobacteriaceae*, ditemukan juga *P.aeruginosa*, *Alcaligenes*, dan *Staphylococcus*. Pada gambar 2 terlihat bahwa *P.aeruginosa* merupakan bakteri yang paling sering ditemukan pada semua sampel makanan selama musim peralihan, baik pagi, siang, dan sore hari dengan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 0,76. Hal ini karena didukung oleh temperatur dan kelembaban yang tinggi pada musim tersebut.

Todar (1997) menambahkan bahwa bakteri ini lebih menyukai kondisi lingkungan yang hangat basah. Selain mampu beradaptasi pada semua jenis makanan, *P.aeruginosa* menghasilkan metabolit yang dapat mempengaruhi aroma dan menyebabkan perubahan warna pada makanan (Frazier, 1974; dan Todar, 1997). Bakteri ini juga merupakan patogen yang menyebabkan berbagai penyakit pada manusia (Todar, 1997).



Gambar 3: Frekuensi kehadiran bakteri dalam makanan selama musim penghujan.

Keterangan gambar:

- | | |
|--|---|
| <i>E.c</i> : <i>Escherichia coli</i> | <i>P.v</i> : <i>Proteus vulgaris</i> |
| <i>K.pn</i> : <i>Klebsiella pneumoniae</i> | <i>K.ox</i> : <i>Klebsiella oxytoca</i> |
| <i>K.rh</i> : <i>Klebsiella rhinoscleromatis</i> | <i>P.ae</i> : <i>Pseudomonas aeruginosa</i> |
| <i>E.ag</i> : <i>Enterobacter agglomerans</i> | <i>A.od</i> : <i>Alcaligenes odorans</i> |
| <i>P.alc</i> : <i>Pseudomonas alcaligenes</i> | <i>S.od</i> : <i>Serratia odorifera</i> |
| <i>St.ep</i> : <i>Staphylococcus epidermidis</i> | <i>St.au</i> : <i>Staphylococcus aureus</i> |

Menurut Pelczar dan Chan (1988), beberapa jenis bakteri dari genera *Alcaligenes* dan *Micrococcus* dapat diisolasi dari udara. Pada musim penghujan, mikroba yang terdapat di udara, seperti *Alcaligenes* akan terjatuh bersama air hujan sehingga populasinya di tanah air menjadi tinggi

sehingga kontaminasi pada makanan juga tinggi.

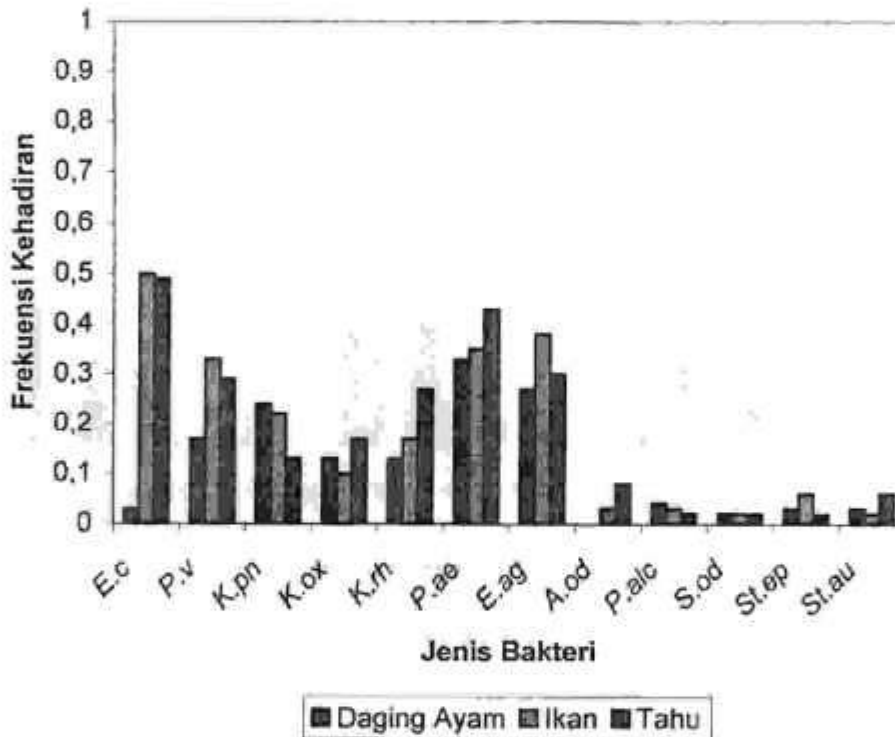
Pada musim penghujan ditemukan *S.aureus* pada semua jenis sampel makanan. Bakteri ini menghasilkan enterotoksin yang dapat menyebabkan keracunan makanan (Todar, 1997). Toksin tersebut bersifat tahan

panas sehingga dapat berada dalam makanan meskipun makanan telah dimasak (Christchurch, 1998).

Frekuensi kehadiran bakteri berdasarkan jenis makanan

Faktor internal seperti tekstur dan komposisi nutrisi dapat menyebabkan perbedaan jenis dan jumlah mikroba yang terdapat dalam makanan, seperti yang terlihat pada gambar 4. Umumnya, frekuensi kehadiran bakteri pada sampel tahu dan ikan lebih banyak dibandingkan sampel daging ayam. Hal ini dapat disebabkan karena tahu

memiliki komposisi nutrisi yang lebih sederhana sehingga lebih mudah digunakan oleh sebagian besar mikroba. Selain itu, tekstur tahu yang lunak dan berpori-pori menyebabkan bakteri lebih mudah melakukan penetrasi ke bagian dalam bahan dan berkolonisasi. Adapun pada sampel ikan, terlebih lagi pada daging ayam, meskipun keduanya mengandung air dan komposisi nutrisi yang memungkinkan mikroba untuk tumbuh dan berkolonisasi, tetapi tekstur yang padat pada ikan dan berserat pada daging ayam dapat menghalangi masuknya mikroba sampai ke dalam bahan.



Gambar 4: Frekuensi kehadiran bakteri dalam makanan sampel selama tiga musim pengambilan sampel.

Berdasarkan gambar 4, *E.coli*, *P.aeruginosa*, dan *E.aggglomerans* merupakan bakteri predominan pada ketiga jenis sampel makanan. *E.coli* mempunyai frekuensi kehadiran tertinggi yaitu sebesar 0,50 pada ikan dan tahu. *P. aeruginosa* dapat ditemukan pada semua sampel makanan. Hal ini disebabkan oleh kemampuan adaptasinya yang baik pada berbagai jenis makanan. Menurut Frazier (1974), bakteri ini mampu tumbuh dengan baik pada makanan yang

mengandung nitrogen sederhana, kadar lemak tinggi, dan protein tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat 12 jenis bakteri yang dapat diisolasi dari tiga jenis makanan selama musim kemarau, peralihan, dan penghujan. Lima diantaranya merupakan *Enterobacteriaceae* patogen, yaitu *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Klebsiella*

oxytoca, dan *Enterobacter agglomerans*. *E. coli* merupakan bakteri dominan yang ditemukan pada musim kemarau dan penghujan, baik pagi, siang, dan sore hari dengan frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 0,71. Bakteri ini juga mempunyai frekuensi kehadiran tertinggi sebesar 0,50 yaitu pada sampel makanan ikan dan tahu. Oleh sebab itu, hendaknya diupayakan cara untuk mengurangi kemungkinan kontaminasi patogen langsung dari lingkungan ke dalam makanan. Kesadaran pedagang (terutama pedagang tradisional) untuk menjaga kebersihan dan ketelitian konsumen dalam memilih makanan dan tempat makan adalah faktor penting untuk menghindari penyakit infeksi yang disebabkan oleh patogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, R. 1995. **Uji Kehadiran Senyawa Antimikroba dalam Ekstrak Makanan Tradisional Hasil Fermentasi Secara Asai Mikrobiologi**. Fakultas MIPA, Institut Teknologi Bandung. hal. 11-12.
- Black, J.G. 1999. **Microbiology: Principles and Exploration**, Fourth Edition. Prentice Hall, Inc., pp: 340-359, 638-663.
- Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E. 1974. **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology**, Eight Edition. Williams and Wilkins Company. pp: 217-358.
- Cappuccino, J.G. and Sherman, N. 1987. **Microbiology: A Laboratory Manual**, Second Edition. The Bunyamin Cummings, Inc. pp: 125-181, 247-272.
- Christchurch City Council. 1998. **Food Poisoning Microorganisms**, (<http://www.ccc.govt.nz.com>)
- Frazier, W.C. 1974. **Food Microbiology**, Second Edition. McGraw-Hill Publishing Company. pp: 36-176.
- Gaman, P.M. dan Sherrington, K.B. 1994. **Ilmu Pangan: Pengantar Nutrisi dan Mikrobiologi**, Edisi Kedua. UGM Press, Yogyakarta. hal: 226-283.
- Goldberg, J. and Pallen, M. 2000. **Microbial Genomics and Genome of Opportunist** Journal of Trend's in Microbiology 8 (11): 495, 497.
- Holt, J.G., Kreig, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T. and Williams, S.T. 1994. **Bergey's Manual of Determinative Bacteriology**, Ninth Edition. Williams and Wilkins Company. pp: 179-353.
- Imamuddin, H., Rahayu, R.D., Supriyati, D. dan Kartina, G. 1999. **Pola Penyebaran Bakteri Coliform di Aliran Sungai Brantas Jawa Timur**. Jurnal Mikrobiologi Tropika 2 (1):32-37.
- Lennette, E.H. 1985. **Manual of Clinical Microbiology**, Fourth Edition. American Society for Microbiology. pp: 20-30.
- Medic. 1995. **Enterobacteriaceae**. Houston Medical School, University of Texas (<http://www.medic.med.com>)
- Pelczar, M.J. dan Chan, E.C.S. 1988. **Dasar Dasar Mikrobiologi**. UI Press, Jakarta. hal: 643-923.
- Rollins, D.M. and Joseph, S.W. 2000. **Pathogenis Microbiology** (<http://www.life.umd.edu.com>)
- Todar, K. 1997. **Antiphagocyte Defense** (<http://www.bact.wisc.edu.com>)



DEPARTEMEN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS MATARAM
LEMBAGA PENELITIAN
JURNAL PENELITIAN UNRAM

Jl. Pendidikan No.37 Mataram NTB, Tlp.(0370) 638265, 641552
Fax.(0370) 638265, E-mail: lemlit@mataram.wasantara.net.id



PEDOMAN PENULISAN

1. Jurnal Penelitian Universitas Mataram menerima naskah dalam bentuk hasil penelitian, baik yang ditulis dalam bahasa Indonesia/Inggris sepanjang \pm 20 halaman kuarto spasi ganda dan diketik dengan Microsof Word dengan huruf **Arial 10**.
2. Penulis diminta menyerahkan 2 (dua) eksemplar naskah kepada Redaksi dengan Alamat Jurnal Penelitian/Subbag Program Lembaga Penelitian Universitas Mataram, Jl. Pendidikan No. 37 Telp. (0370) 638265.
3. Naskah yang telah di terima Redaksi akan segera diteruskan ke dewan editor dan akan dikembalikan kepada penulis setelah di koreksi. Dimohon penulis menyempurnakan naskahnya sesuai dengan saran-saran dari dewan editor, serta ditulis menurut aturan penulisan yang telah ditetapkan. Naskah yang sudah disempurnakan dapat dikirim kembali ke Redaksi, disertai dengan disket berisi naskah tersebut.
4. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut :
 - a) Judul dalam bahasa Indonesia diketik dalam 1 spasi dengan huruf **Arial 14** dipertebal.
 - b) Judul dalam bahasa inggris diketik dalam 1 spasi dengan huruf **Arial 12 italic** dipertebal.
 - c) Nama lengkap penulis ditulis, dengan huruf **arial 10** dipertebal.
 - d) Nama lembaga/institusi, disertai alamat lengkap, telp. dan nomor kode pos, ditulis dengan huruf **arial 10** dipertebal.
 - e) Abstrak dalam bahasa indonesia (tidak lebih dari 200 kata).
 - f) Abstrak dalam bahasa inggris (tidak lebih dari 200 kata).
 - g) Pendahuluan (tanpa sub judul, memuat latar belakang masalah, sedikit tinjauan pustaka dan tujuan penelitian), ditulis dengan huruf **arial 10**, 1 spasi.
 - h) Metode Penelitian
 - i) Hasil dan Pembahasan
 - j) Kesimpulan dan Saran
 - k) Ucapan terima kasih/jika diperlukan.
 - l) Daftar pustaka, ditulis memakai sistem nama dan disusun secara abjad sebagai contoh :

Cousens, R., 1985a. A Simple Model Relating Yield Loss to Weed Density. *J. appl. Biol.*, **107**: 239-252.

Cousens, R., 1985b. An Empirical Model Relating Crop Yield to Weed and Crop Density and Statistical Comparison with Other Models. *J. agric. Sci., Camb.*, **105**: 513-521.

Dew, D. A., 1972. An Index of Competition for Estimating Crop Loss Due To Weeds. *Can. J. Plant Sci.*, **52**: 921-927.
5. Sebagai prasyarat bagi pemrosesan pemantau artikel, para penyumbang artikel dimohon memberikan kontribusi biaya sebesar **Rp. 50.000,-** (lima puluh ribu rupiah) untuk staf pengajar di lingkungan Universitas Mataram dan sebesar **Rp. 100.000,-** (seratus ribu rupiah) untuk di luar lingkungan Universitas Mataram. Sebagai tanda bukti pemuatan penulis akan mendapat satu eksemplar