

LAMTORO GUNG

Produk, Sifat Fungsional dan Manfaatnya

Buku ini diharapkan dapat berkontribusi kepada dunia akademik, industri pangan dan masyarakat umum terutama dalam bidang pengembangan ilmu dan Teknologi Pangan untuk lebih memahami tentang pemanfaatan lamtoro gung secara optimal. Selain itu buku ini berisi beberapa konsep tentang karakteristik dan sifat-sifat komponen bioaktif serta produk intermediate untuk implementasinya pada aneka produk pangan serta dampak penggunaannya. Materi yang dibahas dalam buku ini adalah; 1) Pendahuluan, 2) Nutrisi dan Komponen Bioaktif Lamtoro Gung, 3) Aplikasi Lamtoro Gung dalam Pangan Fermentasi, 4) Konsentrat Protein Lamtoro Gung, 5) Konsentrat Protein Lamtoro Gung Sebagai Emulsifier, 6) Potensi Lamtoro Gung Sebagai Bahan Farmasi, 7) Lamtoro Gung Sebagai Bahan Oksidan, 8) Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lamtoro Gung, 9) Aplikasi Lamtoro Gung Pada Pangan Nasional.



Dedin Finatsiyatull Rosida lahir di Pasuruan Jawa Timur pada tahun 1970. Penulis menyelesaikan studi tingkat sarjana di Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Jember (UNEJ) pada tahun 1993. Kemudian pada tahun 1997 penulis melanjutkan studi magister di jurusan Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga (UNAIR) dan selanjutnya pada tahun 2009 dapat menyelesaikan studi Program Doktor di Jurusan Ilmu Pangan Institut Pertanian Bogor (IPB).

Karier pekerjaan sebagai dosen di jurusan Teknologi Pangan UPN "Veteran" Jawa Timur mulai tahun 1994. Konsentrasi penulis pada bidang Kimia Pangan, Analisa Pangan, Biokimia Pangan Makanan Fungsional, dan Pengembangan Produk Pangan. Penulis banyak melakukan penelitian dan pengabdian pada masyarakat untuk skala regional dan nasional. Penulis juga aktif menulis buku dan publikasi di berbagai Jurnal Nasional dan Internasional dengan konsentrasi pada pengembangan pangan lokal dan pangan fungsional.



Dedin Finatsiyatull Rosida

LAMTORO GUNG

Produk, Sifat Fungsional dan Manfaatnya



Dedin Finatsiyatull Rosida

LAMTORO GUNG Profuk, Sifat Fungsional dan Manfaatnya

Dedin Finatsiyatull Rosida

**Editor :
Yadi Muhammad Supriyadi**

LAMTORO GUNG

**Produk, Sifat Fungsional
dan Manfaatnya**



**Indomedia
Pustaka**

LAMTORO GUNG
Produk, Sifat Fungsional dan Manfaatnya

Dedin Finatsiyatull Rosida

Editor :
Yadi Muhammad Supriyadi



Edisi Asli
Hak Cipta © 2022 pada penulis
Griya Kebonagung 2, Blok I2, No.14
Kebonagung, Sukodono, Sidoarjo
Telp.: 0812-3250-3457
Website: www.indomediapustaka.com
E-mail: indomediapustaka.sby@gmail.com

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penerbit.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (**tujuh**) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (**lima**) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Rosida, Dedin Finatsiyatull

Lamtoro Gung; Produk, Sifat Fungsional dan Manfaatnya/Dedin Finatsiyatull Rosida
Edisi Pertama
—Sidoarjo: Indomedia Pustaka, 2022
Anggota IKAPI No. 195/JTI/2018
1 jil., 17 × 24 cm, 134 hal.

ISBN: 978-623-414-058-3

1. Teknologi Pertanian

I. Judul

2. Lamtoro Gung; Produk, Sifat Fungsional dan
Manfaatnya

II. Dedin Finatsiyatull Rosida



Kata Pengantar

Segala Puji dan Syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat, Taufiq, dan HidayahNya sehingga dapat terselesaikan buku yang berjudul “*Lamtoro Gung Produk, Sifat Fungsional dan Manfaatnya*“. Tujuan dari penulisan buku ini menjelaskan tentang nutrisi dan komponen bioaktif pada lamtoro gung dan implementasinya untuk produk pangan.

Buku ini diharapkan dapat berkontribusi kepada dunia akademik, industri pangan dan masyarakat umum terutama dalam bidang pengembangan ilmu dan Teknologi Pangan untuk lebih memahami tentang pemanfaatan lamtoro gung secara optimal. Selain itu buku ini berisi beberapa konsep tentang karakteriistik dan sifat-sifat komponen bioaktif serta produk intermediate untuk implementasinya pada aneka produk pangan serta dampak penggunaannya.

Akhirnya penulis tak lupa mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu penulis dalam menyusun buku ini. Penulis akan berterima kasih atas berbagai masukan dan kritikan demi kesempurnaan buku ini di masa mendatang.

Surabaya, Agustus 2022

Penulis



Daftar Isi

KATA PENGANTAR	III
DAFTAR ISI	V
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Sekilas Tentang Lamtoro gung	1
B. Taksonomi Tanaman Lamtoro	2
C. Ragam Manfaat dari Lamtoro	3
D. Budidaya Lamtoro	5
BAB 2 NUTRISI DAN KOMPONEN BIOAKTIF LAMTORO GUNG	9
A. Kandungan Nutrisi Lamtoro	9
B. Toksin dalam Lamtoro Gung	11
C. Tanin	12
BAB 3 APLIKASI LAMTORO GUNG DALAM PANGAN FERMENTASI	13
A. Tempe Lamtoro Gung	13
1. Nutrisi Tempe	14
2. Tekstur Tempe	15
B. Kecap Lamtoro Gung-Kedelai Angkak	16
1. Pembuatan Kecap	17
2. Sifat-Sifat dan Nutrisi Kecap	18

3.	Fenol dan Aktivitas Antioksidan Kecap.....	20
4.	Peran pada Penurun Kolesterol.....	22
5.	Organoleptik Kecap	23
C.	Tauco Lamtoro Kedelai-lamtoro-Angkak	25
1.	Kandungan Nutrisi Tauco.....	26
2.	Organoleptik Tauco	29
3.	Aktivitas Antioksidan Tauco	30
BAB 4	KONSENTRAT PROTEIN LAMTORO GUNG	33
A.	Konsentrat Protein	33
	Sifat Fungsional Konsentrat Protein	33
B.	Konsentrat protein Lamtoro gung menggunakan ekstraksi asam-Ultrafiltrasi	35
	Sifat Fungsional Konsentrat Protein Hasil Ultrafiltrasi	36
C.	Konsentrat protein lamtoro gung hidrolisis menggunakan cairan rumen Domba.....	38
1.	Kadar Protein konsentrat.....	39
2.	Sifat Daya Serap Air dan densitas Kamba	40
3.	Sifat daya serap minyak	41
4.	Sifat Daya emulsi dan daya buih.....	42
D.	Konsentrat protein Lamtoro gung menggunakan hidrolisis enzim Bromelin	42
1.	Sifat densitas kamba dan daya Serap Air	44
2.	Sifat daya serap minyak	45
3.	Kapasitas buih dan stabilitas emulsi.....	46
BAB 5	KONSENTRAT PROTEIN LAMTORO GUNG SEBAGAI EMULSIFIER..	49
A.	Roti Manis dengan emulsifier konsentrat protein Lamtoro gung.....	49
1.	Karakteristik Roti Manis	50
2.	Nilai organoleptik Roti Manis.....	53
B.	Sosis Ayam dengan emulsifier konsentrat protein Lamtoro Gung.....	55
1.	Karakteristik Sosis Ayam.....	56
2.	Nilai organoleptic Sosis Ayam.....	59
C.	<i>Non-Dairy Creamer</i> dengan emulsifier konsentrat protein Lamtoro Gung.....	60
1.	Pembuatan pekatan protein	60
2.	Pembuatan <i>non-dairy creamer</i>	61

3.	Nutrisi dan Karakteristik <i>Non Dairy Creamer</i>	62
4.	Derajat Putih dan organoleptic <i>non dairy creamer</i>	66
5.	Nilai Organoleptik <i>Non Dairy Creamer</i>	67
BAB 6	POTENSI LAMTORO GUNG SEBAGAI BAHAN FARMASI.....	69
A.	Zat Aktif dalam Lamtoro	69
B.	Lamtoro gung sebagai Antibakteri	70
C.	Lamtoro gung sebagai Obat Antidiabetik	71
D.	Lamtoro gung sebagai Obat Kanker	71
1.	Polisakarida Galaktomanan	71
2.	Poliprenol.....	72
3.	Mimosin dalam Lamtoro	72
4.	Lupeol dan Pheophorbide a metil ester.....	73
BAB 7.	LAMTORO GUNG SEBAGAI ANTIOKSIDAN.....	75
A.	Komponen bioaktif ekstrak Lamtoro gung.....	76
B.	Total Fenol.....	81
C.	Aktivitas Antioksidan Ekstrak Lamtoro gung.....	83
BAB 8	AKTIVITAS ANTIBAKTERI EKSTRAK LAMTORO GUNG.....	95
A.	Zona hambatan ekstrak lamtoro gung terhadap bakteri <i>Escherichia Coli</i> dan <i>Staphylococcus Aureus</i>	95
B.	Kemampuan penghambatan pertumbuhan bakteri <i>Escherichia Coli</i> dan <i>Staphylococcus Aureus</i>	100
BAB 9	APLIKASI LAMTORO GUNG PADA PANGAN FUNGSIONAL	105
A.	<i>Effervescent</i> dari ekstrak biji lamtoro gung	105
1.	Karakteristik <i>Effervescent</i> Lamtoro Gung.	109
2.	Organoleptik <i>Effervescent</i> Lamtoro Gung	109
B.	Teh herbal dengan daun lamtoro gung, daun salam dan daun sirsak.....	110
1.	Pembuatan serbuk teh dari daun lamtoro, salam dan sirsak	111
2.	Manfaat Fungsional Teh Formulasi Lamtoro gung.....	111
3.	Intensitas Warna dan Organoleptik Teh Herbal.....	112
	Daftar Pustaka	117
	Indeks.....	123

BAB 1

Pendahuluan

A. Sekilas Tentang Lamtoro gung

Lamtoro, **petai cina**, atau **petai selong** adalah tanaman serba guna, sejenis perdu dari suku *Fabaceae* (*Leguminosae*, *polong-polongan*), yang kerap digunakan dalam penghijauan lahan atau pencegahan erosi. Berasal dari Amerika tropis, tumbuhan ini sudah ratusan tahun diperkenalkan ke Jawa untuk kepentingan pertanian dan kehutanan, dan kemudian menyebar juga ke pulau-pulau lain di Indonesia.



Gambar 1.1 Tanaman Lamtoro gung

Berbagai bagian tanaman lamtoro seperti akar, daun, kulit batang, kayu dan biji sangat berguna bagi manusia dan hewan, diantaranya adalah batang pohon lamtoro memiliki nilai kayu yang tinggi. Daun dan biji digunakan sebagai pakan ternak karena

mengandung nilai gizi tinggi, bahkan berpotensi sebagai bahan pangan bergizi tinggi untuk manusia. Tanaman ini juga memiliki sifat memperbaiki nitrogen atmosfer di bintil akar. Minyak dari biji Lamtoro dapat digunakan sebagai bio inhibitor potensial untuk korosi baja ringan dan tembaga. Produk yang diperoleh dari tanaman alami dan ramah lingkungan. Saat ini juga banyak penelitian yang meneliti efek lamtoro terhadap kesehatan sehingga sangat tepat apabila kita menyebut lamtoro sebagai pohon serba guna.

B. Taksonomi Tanaman Lamtoro

Lamtoro menyukai iklim tropis yang hangat (suhu harian 25-30 °C); ketinggian di atas 1000 m dpl dapat menghambat pertumbuhannya. Tanaman ini cukup tahan kering dan bisa ditanam di mana-mana, termasuk di wilayah dengan curah hujan antara 650—3.000 mm (optimal 800—1.500 mm) pertahun. Namun, tumbuhan ini tidak dapat tumbuh dalam genangan air.

Klasifikasi Ilmiah	
Kerajaan:	Plantae
Divisi:	Magnoliophyta
Kelas:	Magnoliopsida
Ordo:	Fabales
Famili:	Fabaceae
Upafamili:	Mimosoideae
Genus:	Leucaena
Spesies:	Leucaena leucocephala



Gambar 1.2 Lamtoro sebagai tanaman daerah Tropis

Lamtoro gung dapat ditanam dalam keadaan tanah apa saja, mudah beradaptasi dengan iklim setempat. Tanaman lamtoro mudah diperbanyak dengan biji yang sudah tua, setek batang, dan dengan pemindahan anakan. Karena mudah tumbuh, lamtoro seringkali merajalela menjadi gulma. Tanaman lamtoro gung mudah tumbuh jika setelah dipangkas, ditebang atau dibakar, tunas-tunasnya akan tumbuh kembali dalam jumlah banyak.

C. Ragam Manfaat dari Lamtoro

Pada awalnya lamtoro hanya dimanfaatkan sebagai pohon peneduh, pencegah erosi, sumber kayu bakar dan pakan ternak. Sebagai kayu bakar lamtoro sangat disukai karena selain menghasilkan panas yang baik (nilai kalori sebesar 19.250 kJ/kg), kayu lamtoro terbakar dengan lambat serta menghasilkan sedikit asap dan abu. Arang kayu lamtoro memiliki kualitas yang sangat baik, dengan nilai kalori 48.400 kJ/kg. Daun-daun dan ranting muda lamtoro juga sering digunakan sebagai pakan ternak dan sumber protein yang baik, khususnya bagi ruminansia. Daun-daun ini memiliki tingkat ketercernaan 60 - 70% pada ruminansia, tertinggi di antara jenis-jenis polong-polongan dan hijauan pakan ternak tropis lainnya.

Seiring dengan bertambah banyaknya penelitian tentang lamtoro, kini lamtoro dimanfaatkan orang bukan hanya sebagai pohon peneduh, pencegah erosi, kayu bakar maupun sebagai pakan ternak, namun orang sudah memanfaatkannya sebagai bahan baku industri pangan seperti bahan utama pembuatan kecap, taoco dan tempe. Proteinnya sudah digunakan sebagai emulsifier dalam pembuatan non dairy creamer, sosis ayam dan roti manis. Bahkan lamtoro gung sudah diteliti komponen bioaktifnya yang terdapat dalam biji muda, biji tua dan daunnya. Komponen bioaktif ini berpotensi sebagai antioksidan, antibakteri dan antidiabet. Untuk itu lamtoro gung sangat besar potensinya dapat merambah ke industri farmasi.

Biji lamtoro terasa pahit dan netral. Tumbuhan ini merupakan peluruh air seni (diuretik) dan cacing usus. Pada tahun 2006, telah dibuktikan bahwasanya ekstrak air dari biji lamtoro dapat bertindak sebagai agen penurunan gula darah pada mencit yang pankreasnya itu telah diinduksi oleh *streptozotocin*. Ditemukan, β -cell dari pankreas juga ikut terlindungi dari efek nekrotik dari biji lamtoro. Pada akhirnya, disimpulkan bahwasanya ekstrak air dari lamtoro menunjukkan efek anti-diabetes yang signifikan setelah diberikan secara oral.

Tanaman Lamtoro merupakan Tanaman yang memiliki banyak manfaat. Berikut adalah berbagai manfaat tanaman lamtoro menurut Meena Devi, dkk (2013), yaitu:

1. Sebagai bahan obat

Biji lamtoro dikenal memiliki sifat obat yang banyak dipercaya masyarakat, diantaranya digunakan untuk mengobati sakit perut, alat kontrasepsi dan aborsi.

Karet biji dapat digunakan sebagai pengikat dalam formulasi tablet. Bentuk glikosilasi sulfat polisakarida dari biji dilaporkan memiliki aktivitas kemopreventif kanker dan anti-proliferasi yang signifikan. Ekstrak biji lamtoro juga telah dilaporkan sebagai obat cacung, antidiabetes dan memiliki spektrum yang luas untuk aktivitas antibakteri. Baru-baru ini, minyak biji lamtoro digunakan dalam rekayasa sebagai alat biofarmaka baru yang berguna dalam pemodelan biomembrane dalam penentuan lipofilisitas obat dan xenobiotik.

2. Sebagai bahan pangan

Lamtoro banyak dikonsumsi di Indonesia, Amerika Tengah dan Thailand. Lamtoro dapat dimakan dalam bentuk produk olahan maupun yang belum diolah. Biji yang sudah difermentasikan dapat dimakan berupa kecambah atau kue kacang. Polong yang muda dapat dimasak menjadi sayuran dan bijinya dipanggang untuk digunakan sebagai pengganti kopi. Biji kering muda dapat dibuat menjadi suatu produk seperti popcorn. Di Indonesia, Thailand, Meksiko dan Amerika Tengah, masyarakat mengkonsumsi lamtoro berupa daun yang masih muda, bunga, dan polong muda, dijadikan masakan berupa sup dan salad.

Lamtoro adalah salah satu pakan ternak berkualitas tinggi di daerah tropis. Lamtoro memiliki gizi dan protein yang tinggi untuk ternak ruminansia seperti sapi, kerbau, domba dan kambing. Ternak ruminansia yang menggunakan lamtoro sebagai pakannya dilaporkan meningkat dalam produksi susunya. Selain itu juga, daun lamtoro dapat digunakan sebagai diet untuk unggas karena dilaporkan memiliki pengaruh yang nyata pada peningkatan produksi dan kualitas telur pada ayam petelur.

3. Penghasil Kayu

Kayu Lamtoro berwarna coklat agak kemerahan. Kayu ini memiliki kepadatan sedang, bertekstur sedang, berbutir dekat dan mudah diterapkan untuk berbagai macam keperluan pertukangan seperti kayu gergajian, alat peraga tambang, furnitur dan lantai parket. Bubur kayu lamtoro telah digunakan dalam industri kertas dan rayon.

4. Getah karet atau resin

Gum atau getah muncul dari batang lamtoro, digunakan sebagai bahan karet dan memiliki nilai komersial yang cukup potensial. Biji lamtoro juga dapat menghasilkan sekitar 25 persen karet dan mengandung larutan sangat kental meskipun dalam konsentrasi rendah zat terlarut.

5. Sebagai Pewarna Alami

Pewarna merah, coklat dan hitam dapat diekstrak dari polong, daun dan kulit lamtoro karena lamtoro mengandung tanin dan digunakan sebagai pewarna alami kulit dan pewarna di industri kapas.

6. Fungsi dalam Pertanian

Lamtoro ditanam di kebun sebagai pohon pagar di sisi jalan perkebunan kakao, kopi dan perkebunan teh. Lamtoro ditanam sebagai pagar hidup di sekitar taman tanaman hias, berfungsi untuk melindungi dari bahaya api dan angin yang kencang. Lamtoro juga digunakan sebagai pohon pendukung untuk tanaman merambat seperti lada, vanili, umbi-umbian dan buah markisa.

Daun lamtoro digunakan sebagai pupuk hijau dalam pertanian organik. Karena itu adalah memiliki sejumlah besar akar dengan bintil akar bantu untuk membantu memperbaiki nitrogen atmosfer di tingkat yang besar. Penanaman pohon di kaki-bukit dan liat dan berpasir tanah mencegah erosi tanah alami oleh angin dan air. Kayunya yang keras dapat digunakan untuk membuat alat-alat pertanian seperti sekop, batang-kapak, alat bajak dan bahan pembuat rak untuk membesarkan madu lebah.

9. Sebagai bahan bakar hayati

Lamtoro adalah spesies kayu bakar yang sangat baik dengan berat jenis dan nilai kalori yang tinggi. Kayu yang terbakar mempunyai asap kecil, beberapa bunga api dan menghasilkan kurang dari 1% abu. Pohon itu membuat arang sangat baik. Minyak biji lamtoro digunakan sebagai bahan bakar bio diesel.

Kernel mengandung 15 - 20% asam lemak. Minyak yang diekstrak dari kernel digunakan sebagai bio-fuel. Bahan ini dapat langsung menyatu dengan bahan bakar fosil maksimum 20%. Minyak biji lamtoro juga dapat dikonversi menjadi biodiesel dengan metode transesterifikasi. Asam lemak dalam benih lamtoro memiliki potensi besar sebagai sumber menghambat bio-korosi paduan pada baja dan tembaga ringan. Beberapa studi telah membuktikan bahwa minyak lamtoro sebagai sumber potensial untuk biodiesel dan bio inhibitor. Ekstrak Minyak lamtoro diperoleh setelah ekstraksi, minyak tersebut dapat digunakan sebagai pupuk bio, biosida dan pupuk hayati.

D. Budidaya Lamtoro

Perbanyakan tanaman lamtoro gung dapat dilakukan dengan teknik persemaian biji (generatif). Penanaman dengan biji menyebabkan tanaman memiliki sistem perakaran yang kuat dan dalam sehingga dapat bertahan untuk jangka waktu lama.



Gambar 1.3 Biji Lamtoro

Perbanyak benih melalui sistim persemaian dilakukan untuk mendapatkan bibit yang sehat dalam jumlah yang cukup atau sesuai dengan kebutuhan. Perbanyak dengan sistim persemaian dapat dilakukan dengan persemaian langsung, persemaian menggunakan bedengan dan persemaian menggunakan pot atau kokeran (Panjaitan dkk, 2012).

1. Persemaian Langsung (*direct seeded*)

Dilakukan dengan memasukkan benih langsung ke dalam lubang tanam melalui penugalan atau dibuatkan larikan. Keuntungan persemaian langsung: tidak terjadi stress pada tanaman, penyemaian lebih cepat, dan tidak butuh tenaga maupun biaya yang banyak. Kelemahannya adalah daya tumbuh benih rendah, diperlukan lebih banyak biji per lubang tanam, pertumbuhan awal lambat, peluang gangguan hama tinggi dan perawatan sulit dilakukan.

2. Persemaian Bedengan (*bed seeded*)

Pembuatan bedengan disarankan dekat dengan lokasi penanaman. Keuntungan persemaian bedengan antara lain: pertumbuhan lebih baik dan seragam, perawatannya mudah, efisien dalam penggunaan tenaga. Kelemahan persemaian ini adalah tanaman mengalami stres saat dipindah, sehingga pertumbuhan lanjutannya sedikit terganggu.

3. Persemaian Kokeran (*pot seeded*)

Persemaian kokeran dilakukan dengan memasukkan media tanam dalam satu wadah yang lazim disebut koker. Pada sistem koker tanaman dapat tumbuh dengan baik tanpa gangguan tanaman lain dalam mendapatkan unsur hara, mudah dalam perawatan dan pemupukannya selain itu tanaman tidak mengalami stress waktu dipindahkan. Kelemahan sistim koker ini membutuhkan waktu yang relatif lama untuk menyiapkan kokeran. Untuk itu menggunakan kokeran yang kecil seperti bekas gelas plastik air mineral ukuran 220 ml.

Penyiapan Kokeran dan Media Tanam

Gelas bekas digunakan sebagai wadah (koker), kemudian dilubangi bagian bawah kokeran sebanyak 5 buah dengan diameter + 0,5 cm. Kokeran diisi dengan campuran tanah, pasir dan kompos(1:1:3) sebanyak 3/4 bagian. Lubang tanam benih dibuat sedalam 1-2 cm. Sebanyak 2 biji Lamtoro dimasukkan ke dalam lubang dan ditutup dengan tanah secukupnya.

Persemaian

Areal persemaian dibuat di tempat yang relatif teduh dilengkapi dengan pagar keliling agar terhindar dari gangguan.

Perawatan

Penyiraman dilakukan pada musim kemarau 2 kali sehari. Pemupukan dilakukan setelah tanaman berumur + 20 hari setelah persemaian. Aplikasi pemupukan dilakukan bersamaan dengan penyiraman dengan dosis 100 gram pupuk NPK dilarutkan ke dalam 10 liter air. Frekuensi pemupukan disesuaikan dengan kebutuhan tanaman atau apabila warna daun telah kelihatan memudar. Penyiangan pada persemaian perlu dilakukan untuk mengurangi tekanan gulma yang tumbuh di media tanam dan di sekitar kokeran. Anakan lamtoro berumur 5-60 hari tidak tahan terhadap persaingan. Penyiangan perlu dilakukan jika pertumbuhan gulma dirasakan sudah mengganggu tanaman. Penyiangan dapat dilakukan secara manual menggunakan alat sederhana secara hati-hati.

4. Pемindahan Tanaman

Tanaman lamtoro dapat dipindah ke lokasi tanam jika akar sudah terlihat keluar dari lubang kokeran atau tinggi tanaman sudah mencapai 26 cm, tinggi ini biasanya dicapai setelah tanaman berumur 35 hari. Jika pemindahan pada umur terlalu muda dapat meningkatkan kematian tanaman dan menghambat pertumbuhan akibat *stress* karena akar belum sempurna mengikat media tanam sehingga agregat tanah hancur waktu tanaman dipindah. Lakukan pemindahan dengan cara sedikit menekan media koker, kemudian media koker dibalik untuk mengeluarkan tanaman dari kokeran, selanjutnya dipindahkan ke lubang tanam yang sudah disediakan. Monitoring secara berkala diperlukan sampai tanaman dapat tumbuh dengan baik. Untuk mengurangi *stres* pada saat tanaman dipindah diperlukan penyiraman untuk memperkuat agregat tanah agar tidak hancur pada saat pemindahan. Penyiraman dilakukan setelah tanaman dipindah ke lubang tanam untuk mencegah kekurangan air.

5. Pengendalian hama

Hama utama tanaman lamtoro adalah kutu loncat, biasanya menyerang pada pertengahan dan akhir musim hujan. Siklus hidup kutu loncat dari telur sampai dewasa berkisar antara 10-20 hari. Kutu loncat biasanya menyerang lamtoro pada bagian tangkai, kuncup daun, tunas dan daun muda, sehingga menghambat pertumbuhan

lamtoro. Lamtoro jenis Taramba relatif tahan terhadap serangan kutu loncat. Pengendalian kutu loncat dilakukan dengan menyemprot tanaman menggunakan insektisida berbahan aktif *Dimethoate* yang bersifat sistemik sehingga mampu bertahan 2–4 minggu. Penyemprotan sebaiknya dilakukan pada waktu tanaman berumur 3 minggu dan kemudian setelah tanaman berumur 3-4 bulan. Waktu penyemprotan sebaiknya dilakukan pada pagi hari agar insektisida mempunyai waktu lama menempel di daun.

Lamtoro gung dapat diberdayakan untuk memenuhi kebutuhan atau keinginan masyarakat. Karena sifatnya yang berguna untuk memenuhi kebutuhan atau keinginan masyarakat, maka lamtoro gung dapat dijadikan suatu produk yang dapat ditawarkan ke pasar. Pemanfaatan lamtoro gung dalam buku ini diorientasikan pada dua bidang utama, yaitu: 1) *Industri Pangan*, baik sebagai sumber nutrisi. Hal ini disebabkan Lamtoro gung memiliki kandungan nutrisi yang baik; 2) *Industri Farmasi atau kesehatan*. Berbagai zat yang terkandung dalam Lamtoro gung dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku obat antara lain sebagai obat anti diabetes, anti kolesterol, anti bakteri, bahan kosmetik pemutih kulit, serta sebagai bahan baku pembuatan tablet.

BAB 5

Nutrisi dan Komponen Bioaktif Lamtoro Gung

Lamtoro kaya dengan kandungan nutrisi dan serat. Pola asam aminonya sebanding dengan kacang kedelai dan tepung ikan. Namun sampai saat ini, pemanfaatannya lebih banyak untuk pakan ternak ruminansia. Di Indonesia khususnya pulau Jawa, Thailand dan Mexico, Lamtoro sudah dimanfaatkan sebagai bahan makanan untuk manusia. Pemanfaatan lamtoro sebagai bahan pangan untuk manusia masih belum banyak, karena sebagian masyarakat masih khawatir dengan kandungan mimosin dan tanin yang ada dalam lamtoro gung, yang dianggap sebagai toxin yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Walaupun sebenarnya efek berbahaya mimosin dan tanin tersebut dapat dihilangkan dari lamtoro dengan menggunakan perlakuan tertentu.

A. Kandungan Nutrisi Lamtoro

Nilai gizi bahan pangan tidak hanya ditentukan dari segi kuantitas, namun juga ditentukan oleh kualitas gizi yang dikandungnya. Zat gizi merupakan nutrien-nutrien yang terkandung dalam bahan pangan. Nutrien yang membentuk bahan pangan dapat berupa protein, karbohidrat, lemak, mineral maupun vitamin.

Lamtoro gung merupakan sumber daya hayati lokal yang merupakan potensial sebagai salah satu sumber protein nabati. Hal ini disebabkan tingginya kandungan protein, yaitu kandungan asam amino yang hampir seimbang dengan bungkil kedelai dan merupakan sumber vitamin A dengan kandungan β -karoten yang relative tinggi. Tanaman leguminosa ini mudah ditanam sehingga dapat membantu penyediaan bahan baku pangan dengan nilai nutrisi yang tinggi.

Tanaman lamtoro gung termasuk golongan kacang-kacangan yang telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini biasanya ditanam di pekarangan rumah, pinggir jalan sebagai penghijauan, terutama desa-desa. Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dapat hidup dan berkembang subur di daerah yang kering atau tandus, curah hujan suhu iklimnya 10 °C paling rendah. Daun serta biji lamtoro banyak mengandung protein, lemak, dan karbohidrat (Soerjoatmodjo, dkk., 1964).

Kandungan gizi biji lamtoro gung dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Kandungan Gizi Biji Lamtoro

Komponen	Jumlah (%)
Protein	30 – 40
Lemak	6.13
Serat kasar	8.79
Mineral	9.32
Air	35.72

Hasil penelitian Rosida *dkk* (2012) didapatkan bahwa biji lamtoro gung kering mempunyai nilai nutrisi yang tinggi, yaitu kadar serat 12%, protein 20% dan lemak 2%. Sedangkan pada kedelai didapatkan kadar proteinnya 25%, lemak 19% dan serat 6%. Terlihat bahwa kadar protein biji lamtoro gung hampir sama dengan kedelai, sedangkan kadar serat lebih besar dan kadar lemak lebih kecil. Kadar fenol dari biji lamtoro gung 10424 ppm, sedangkan pada kedelai 9358 ppm. Kadar fenol pada lamtoro gung cukup besar memberikan dampak terhadap aktivitas antioksidan yang cukup besar.

Berikut ini merupakan komposisi asam-asam amino yang terdapat pada biji lamtoro yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Komposisi Asam-Asam Amino pada Biji Lamtoro

Asam Amino	Jumlah (%)
isin	.7
Histidin	0.7
Arginin	2.2
Aspartat	3.6
Treonin	0.7
Serin	0.1
Glutamat	3.6
Prolin	0.8
Glisin	2.9
Alanin	1.1
Sistin	Trace

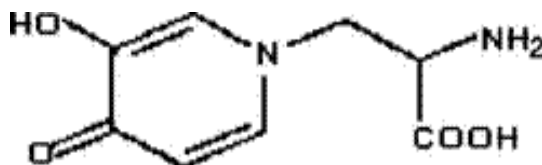
Asam Amino	Jumlah (%)
LValin	10.8
Metionin	0.2
Isoleusin	3.7
Leusin	1.4
Tirosin	0.6
Fenilalanin	0.9

Sumber: Rosida dkk (2015)

Dengan adanya kandungan gizi protein yang tinggi dan lengkap maka biji lamtoro gung dapat dijadikan sebagai alternatif untuk menggantikan produk dari kedelai dalam bentuk aneka produk dari protein biji lamtoro gung.

B. Toxin dalam Lamtoro Gung

Kandungan zat yang dianggap toxin dalam lamtoro gung yaitu mimosin dan tanin. Walaupun demikian di Indonesia khususnya pulau jawa, di negara Thailand dan Amerika tengah penggunaan lamtoro sebagai pangan adalah sesuatu hal yang di anggap biasa. Mimosin



Gambar 2.1 Struktur mimosin

Mimosin (*mimosine*, asam β -3-hidroksi-4 piridon amino) adalah alkaloid yaitu zat kimia yang mengandung beberapa zat aktif seperti carbon, nitrogen, oksigen, sulfur, dan hidrogen yang merupakan asam β -amino. Senyawa ini bersifat toksik dan pertama kali diisolasi dari putri malu (*Mimosa pudica*). Strukturnya mirip dengan asam amino struktural tirosina. Dalam pencernaan hewan ruminansia, mimosina dirombak menjadi 3,4- dan 2,3-dihidroksi piridon (3,4- dan 2,3-DHP).

Toksitas mimosine dapat terjadi karena penghambatan tirosin memanfaatkan enzim atau penggabungan mimosine menjadi protein biologis penting di tempat tirosin (Crouse *et al.*, 1962). Montagna dan Yun (1963), dalam studi dengan tikus mengungkapkan kerusakan berat termasuk folikel rambut mungkin karena penghambatan aktivitas mitosis oleh mimosine. Sintesis tiroksin terhambat karena pencegahan iodinasi tirosin, produk metabolisme mimosine. Peroksidase yang diperlukan untuk konversi yodium radikal yang penting untuk dimasukkan ke dalam tirosin dikurangi dengan 3, 4

DHP. Senyawa DHP juga dapat membentuk kompleks dengan Zn dan Cu atau Fe dan menyebabkan ekskresi logam ini. Mimosine mengurangi aktivitas aspartate transferase amino, polifenil oksidase dan produksi ATP berkurang 70%. Sintesis DNA dapat terpengaruh. Namun, RNA sintesis tetap terhalangi. Gupta (1995) melaporkan bahwa konsentrasi 50% dari daun *L. leucocephala* dalam diet kelinci mengurangi sintesis DNA. Mimosine menurunkan pembelahan sel DNA, RNA dan sintesis protein di *Paramecium* pada konsentrasi *submillimolar*.

Keracunan mimosina dilaporkan gejala awal biasanya adalah rasa kembung pada perut. Meskipun mimosin dianggap beracun, namun penggunaan dalam jumlah kecil memiliki efek yang baik khususnya untuk pengobatan kanker, karena mimosin memiliki efek antiproliferatif dan apoptosis, sebagaimana senyawa kimia yang terdapat dalam kemoterapi.

C. Tanin

Tanin adalah suatu senyawa polifenol yang berasal dari tumbuhan, berasa pahit dan kelat, yang dapat bereaksi dengan menggumpalkan protein, atau berbagai senyawa organik lainnya termasuk asam amino dan alkaloid.

Senyawa-senyawa tanin ditemukan pada banyak jenis tumbuhan; berbagai senyawa ini berperan penting untuk melindungi tumbuhan dari pemangsa oleh herbivora dan hama, serta dalam pengaturan pertumbuhan. Tanin yang terkandung dalam buah muda menimbulkan rasa kelat (sepat); perubahan-perubahan yang terjadi pada senyawa tanin berperan penting dalam proses pemasakan buah.

Kandungan tanin dari bahan organik (serasah, ranting dan kayu) yang terlarut dalam air hujan (bersama aneka substansi humus), menjadikan air yang tergenang di rawa-rawa dan rawa gambut berwarna coklat kehitaman seperti air teh, yang dikenal sebagai air hitam (*black water*). Kandungan tanin pula yang membuat air semacam ini berasa kesat dan agak pahit. Konsumsi tanin secara berlebihan dapat berbahaya karena tanin bersifat anti nutrisi.

Mengatasi Mimosin dan Tanin dalam Lamtoro

Pengurangan efek negatif dari mengkonsumsi lamtoro adalah dengan cara mengurangi kadar Mimosin dan tanin dalam Lamtoro. Untuk mengurangi kadar mimosin dan tanin pada lamtoro (*Leucaena leucocephala*), biji lamtoro atau daunnya dikeringkan pada suhu 60 °C selama 24 jam, setelah dikeringkan kemudian biji atau daun lamtoro direndam dalam air selama 72 jam, pada suhu kamar. Setelah direndam, biji atau daun lamtoro tersebut dikeringkan lagi pada suhu 60 °C selama 48 jam. Berdasarkan penelitian dari Chancay dan Poosaran (2009), dengan menggunakan metode tersebut dapat mengurangi kadar mimosin hingga 94.777 % dan kadar tanin hingga 99.337 %.

BAB 3

Aplikasi Lamtoro Gung Dalam Pangan Fermentasi

A. Tempe Lamtoro Gung

Tempe merupakan sumber protein yang penting dalam menu makanan Indonesia. Tempe terbuat dari kedelai rebus yang difermentasi oleh jamur *Rhizopus*. Bahan pangan berprotein nabati yang banyak dipergunakan sebagai bahan dasar fermentasi pangan adalah: kedelai atau jenis kacang-kacangan lain, seperti kacang tanah, kara benguk, dan kacang gude. Di antara bahan-bahan tersebut, kedelai paling sering digunakan sebagai bahan dasar makanan fermentasi di beberapa negara, karena kadar proteinnya yang tinggi. Pada umumnya masyarakat menggunakan kedelai sebagai bahan pembuatan tempe, permintaan tempe semakin meningkat mengakibatkan semakin banyak impor kedelai. Usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan mengganti atau mencampur bahan baku (kedelai) dengan bahan yang lain.

Salah satu bahan pengganti kedelai adalah biji lamtoro gung. Biji lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*) merupakan kelompok kacang polong, yang biasa dikonsumsi saat biji muda ataupun biji kering. Biji lamtoro gung mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan golongan biji-bijian yang lain, yaitu berkisar antara 30- 40%. Di Indonesia, biji lamtoro gung yang muda bisa dibuat botok dan lalapan, sedangkan biji lamtoro gung yang sudah kering bisa dibuat tempe. Biji lamtoro gung juga mengandung beberapa zat penting lain, di antaranya: kalori, hidrat arang, kalsium, fosfor, zat besi dan vitamin A, B1, C (Slamet. 1982).

Variasi dalam pembuatan tempe, dapat pula dilakukan suatu inovasi yaitu salah satunya dengan penambahan angkak. Angkak ditambahkan untuk meningkatkan manfaat fungsionalnya. Angkak adalah hasil fermentasi dari beras dengan *Monascus purpureus* untuk menghasilkan warna merah (Fardiaz dan Zakaria, 1996). Dua komponen bioaktif yang diketahui terdapat di dalam angkak adalah *mevinolin* dan *lovastatin*. Kedua komponen tersebut dapat menurunkan jumlah lemak dalam darah. Menurut Suwanto (1985), komponen pigmen yang dihasilkan oleh kapang adalah *rubropunktatin* (merah), *monaskorubin* (merah), *monaskin* (kuning), *ankaflavin* (kuning), *rubropunktamin* (ungu), dan *monaskorubramin* (ungu).

Lamtoro gung mengandung komponen pati dan protein yang tinggi, oleh karena itu lamtoro gung dapat digunakan sebagai medium untuk pertumbuhan oleh *Monascus Purpureus*. *Monascus Purpureus* membutuhkan bahan-bahan yang mengandung pati sebagai sumber karbon. Dalam produksi pigmen angkak selain dibutuhkan sumber karbon dibutuhkan juga sumber nitrogen (Wong *et al.*, 1981).

Tempe Lamtoro dapat dibuat dengan mencampur atau membuat proporsi kedelai dan lamtoro gung (70:30; 50:50; 30:70) dan ditambahkan angkak sebanyak 1-3% dan laru tempe sebanyak 0.5 % untuk difermentasi selama 48 jam.

Lamtoro gung mengandung kadar air 14.31%, abu 5.66%, protein 19.75%, dan lemak 5.58%. Pada Kedelai mengandung kadar air 6.49%, abu 5.19%, protein 36.17% dan lemak 19,45% (Rosida dkk 2012). Sedangkan hasil penelitian Astuti *et al* (2003), biji lamtoro gung mengandung kadar air 18.56%, abu 5.4%, protein 34.88%, dan lemak 5.73%. Kandungan protein dalam biji kedelai bervariasi antara 31-48%, lemak 11-21%. Komposisi kimia kedelai adalah 4.5% abu, dan 6.6% air (Snyder and Kwon, 1987).

Nutrisi Tempe Lamtoro gung - Kedelai

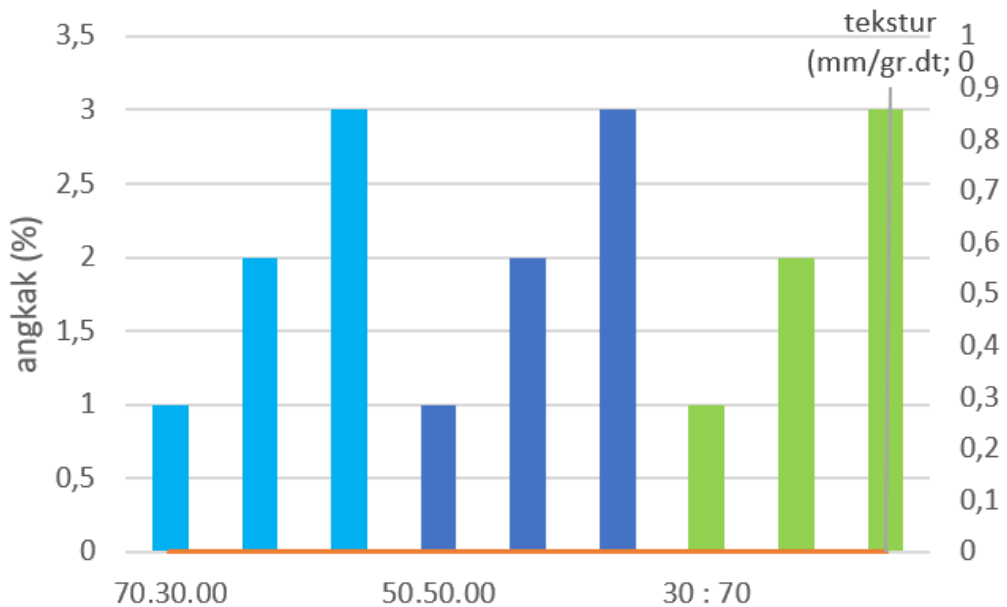
Tempe proporsi kedelai lamtoro gung dengan penambahan angkak menghasilkan kadar air 62.70 - 64.09% dan abu 3.43% - 4.00%. Semakin banyak proporsi biji lamtoro gung yang ditambahkan maka semakin tinggi kadar air dan abu. Lamtoro gung kering mengandung kadar air dan abu lebih besar dari pada biji kedelai. Penambahan angkak dapat meningkatkan kadar air dan kadar abu. Peningkatan ini disebabkan pengaruh temperatur, udara dan kelembaban yang mengakibatkan serbuk angkak menjadi higrokopis.

Peningkatan kadar abu dapat berasal dari vitamin yang terbentuk oleh mikroba yang tumbuh selama fermentasi tempe, terutama vitamin B12. Kenaikan jumlah abu berasal dari nitrogen dan cobalt yang terkandung dalam vitamin B kompleks tersebut. Selama fermentasi tempe jumlah vitamin B kompleks meningkat kecuali tiamin (Astuti dkk 2003).

Kadar protein yang didapatkan pada tempe kedelai lamtoro gung pada kisaran 8.90 - 14.29 %, dan lemak 1.92-3.47 %. Kadar lemak tempe lebih sedikit dari pada kadar lemak bahan baku disebabkan selama proses fermentasi kadar lemak bahan baku dihidrolisis oleh enzim lipase. Menurut Kasmidjo (1990), sebanyak 20% atau lebih dari sepertiga lemak kedelai akan terhidrolisis.

Tekstur

Nilai tekstur tempe kedelai lamtoro gung dengan penambahan angkak berkisar antara 0.224 – 0.365 mm/gr.det (Gambar 3.1), semakin banyak proporsi kedelai dan semakin banyak penambahan angkak menyebabkan nilai tekstur tempe yang dihasilkan semakin rendah (tekstur padat). Hal ini erat kaitannya dengan kadar air yang terkandung dalam biji lamtoro gung dan biji kedelai, serta sifat angkak yang higroskopis. Semakin banyak biji lamtoro gung yang ditambahkan maka kadar air tempe semakin banyak maka tekstur semakin lunak, sedangkan semakin banyak biji kedelai dan angkak yang ditambahkan maka kadar air tempe semakin kecil dan tekstur semakin padat. Kadar air tempe sangat menentukan tekstur dari tempe dan daya simpan atau kesegaran tempe. Kadar air tempe yang semakin tinggi akan mengakibatkan tempe yang dihasilkan akan semakin cepat rusak atau busuk.



Gambar 3.1 Tekstur Tempe Kedelai-lamtoro gung

Rasa gurih pada tempe disebabkan adanya peptida-peptida pendek hasil dari hidrolisis protein tempe lamtoro gung-angkak oleh enzim *protease*. Hidrolisis menggunakan *protease*, protein tempe dihidrolisis menghasilkan asam-asam amino dan berbagai ragam peptida. Proses hidrolisis pada taraf tertentu akan menghasilkan peptida-peptida pendek yang mempunyai rasa gurih. Neilsen (1997) menjelaskan bahwa apabila derajat hidrolisis mencapai kondisi dimana hidrophobik peptida menjadi terekspos maka dapat menimbulkan rasa pahit.

Selama fermentasi tempe, air yang dihasilkan merupakan hasil dari pemecahan karbohidrat oleh mikroba. Selama fermentasi, kapang *Rhizopus* akan menghancurkan matriks biji-bijian sehingga menjadi empuk. Pada fermentasi selanjutnya antara sel pada biji-bijian hancur ditambah air hasil pemecahan karbohidrat yang menyebabkan tempe menjadi lembek dan berair.

Pada proporsi tempe kedelai dan lamtoro gung 70:30 dengan penggunaan angkak 1-3% mengandung fenol 3450.82– 5451.87 ppm dan aktivitas antioksidan sebesar 70%. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat oksigen reaktif dan radikal bebas dalam tubuh.

Penambahan angkak semakin banyak menghasilkan peningkatan kadar fenol dan aktivitas antioksidannya. Banyaknya kadar fenol ini disebabkan adanya kandungan *polifenol* di dalam angkak. Selama fermentasi tempe terjadi produksi senyawa *isoflavon aglikon*, sehingga semakin lama fermentasi maka total fenol tempe akan meningkat. Adanya kandungan *polifenol* dalam angkak dapat meningkatkan total fenol tempe kedelai lamtoro gung yang ditambahkan angkak.

Aktivitas antioksidan dalam angkak dapat disebabkan beberapa senyawa seperti *flavonoid*, *polifenol*, *karotenoid*, *alkaloid* dan vitamin. Beberapa metabolit sekunder yang diproduksi oleh jamur *Monascus* merupakan komponen yang disusun dari poliketida. Komponen tersebut adalah pigmen dan komponen fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan. Produksi pigmen yang semakin pekat diiringi dengan kenaikan jumlah antioksidan yang dihasilkan.

Selama fermentasi tempe terjadi kenaikan aktivitas antioksidan yang disebabkan oleh terhidrolisisnya senyawa *isoflavon glikosida* pada biji kedelai oleh enzim - *Glukosidase* menjadi senyawa *isoflavon* bebas yang disebut *aglikon* pada saat proses perendaman biji. Enzim ini dihasilkan pula oleh mikroorganisme *Rhizopus oligosporus* selama fermentasi.

B. Kecap Lamtoro Gung-Kedelai Angkak

Produk kecap merupakan produk hasil fermentasi yang mempunyai banyak keunggulan, yaitu dapat memperbaiki nilai nutrisi. Pada fermentasi biji kedelai atau biji lamtoro gung pada prinsipnyanya adalah kerja enzim proteolisis. Biji kedelai atau lamtoro gung yang mengandung protein tinggi didegradasi komponen proteinnya atau

asam-asam aminonya sehingga proteinnya mudah dicerna dan dimanfaatkan oleh tubuh bagi yang mengkonsumsinya. Akibat dari proses fermentasi akan dilepaskan vitamin-vitamin yang sebelumnya terikat dengan komponen lain.

Penggunaan angkak untuk produk pangan fermentasi dimaksudkan untuk memaksimalkan manfaat kecap biji lamtoro terhadap kesehatan. Angkak yaitu beras putih jenis tertentu yang dibiakkan dengan sejenis ragi khusus selama beberapa hari sehingga mengubah warna beras menjadi merah. Angkak telah dikenal penduduk Cina sejak ratusan tahun silam, dan umum digunakan bangsa Cina sebagai bagian dari campuran rempah masakan dan herbal. Angkak sering digunakan sebagai obat penyembuh saat seseorang menderita demam berdarah dan mampu menurunkan kadar LDL dan trigliserida dari penderita kolesterol. Harga angkak cukup murah dan dapat ditemui di berbagai pasar tradisional.

Pangan yang difermentasi mempunyai banyak keunggulan yang lain, yaitu dapat memperbaiki nilai nutrisi. Pada fermentasi biji kedelai atau biji lamtoro gung pada prinsipnya adalah kerja enzim proteolisis. Biji kedelai atau lamtoro gung yang mengandung protein tinggi didegradasi komponen proteinnya atau asam-asam aminonya sehingga proteinnya mudah dicerna dan dimanfaatkan oleh tubuh bagi yang mengkonsumsinya. Akibat dari proses fermentasi akan dilepaskan vitamin-vitamin yang sebelumnya terikat dengan komponen lain. Salah satu vitamin yang terbentuk adalah vitamin B12 yang cukup tinggi pada tempe dan vitamin ini sangat dibutuhkan oleh tubuh. Proses fermentasi juga berpengaruh terhadap karakteristik rasa dan flavor yang disebabkan pembentukan senyawa aromatik sehingga pangan yang difermentasi memberikan rasa lebih gurih dan enak. Dengan adanya proses fermentasi senyawa fenol atau flavonoid banyak yang terlepas dari senyawa pengikatnya, sehingga diharapkan tempe yang terbentuk mempunyai aktivitas antioksidan yang optimal. Sedangkan dengan pembuatan kecap, akibat proses pengolahan atau pemanasan dan dengan adanya gula akan terbentuk senyawa produk reaksi Maillard yang berpotensi sebagai antioksidan.

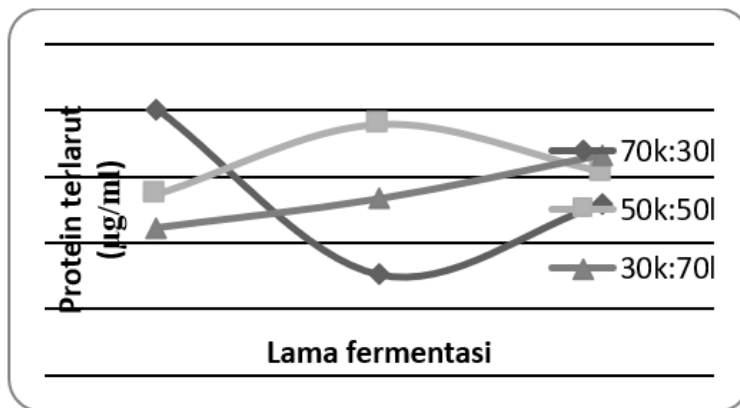
Pembuatan Kecap Lamtoro gung-Angkak

Pembuatan kecap dapat dibuat dengan dua tahap, yaitu pembuatan tempe dan pembuatan kecap atau langsung pembuatan kecap dengan menggunakan ragi *Rhizhopus oligosporus*. Pembuatan koji dimulai dengan biji kedelai dan biji lamtoro-gung direndam dalam air (kedelai 24 jam dan lamtoro 36 jam), dan dicuci kembali. Kedelai yang sudah bersih dilakukan perebusan dalam 1 liter air dalam waktu 1 jam untuk memudahkan mengupas kulit. Kemudian, keping biji dicuci bersih untuk menghilangkan lendir. Kedelai dan lamtoro gung ditiriskan selama 1 jam Selanjutnya diberikan inokulum (ragi) pada campuran biji kedelai dan lamtoro gung sebanyak 0.2 gr/100 gr dan ditutup dan diinkubasi selama 3 hari.

Tempe yang dihasilkan dipotong kecil-kecil dan dikeringkan pada suhu kamar selama 3 hari dan direndam dalam Larutan NaCl 20% dengan perbandingan 1:5 selama 3-5 minggu dengan penambahan angkak sebanyak 3% pada 2 hari sebelum fermentasi berakhir. Filtrat hasil fermentasi garam (moromi) ditambahkan dengan air dengan perbandingan 1:5. Filtrat direbus hingga mendidih dan ditambahkan gula merah/ gula aren sebanyak 500 gr untuk 400 ml filtrat (moromi) dan juga ditambahkan bumbu kecap. Filtrat diaduk terus-menerus selama 2 jam sampai volume setengah dari volume semula. Pembuatan kecap kedelai-lamtoro gung dapat menggunakan proporsi 70:30; 50:50; atau 30:70.

Sifat-ifat dan Nutrisi Kecap Lamtoro gung

Pada kecap lamtoro gung yang dihasilkan semakin lama fermentasi akan meningkatkan total padatan terlarut dan kadar protein terlarut. Kadar protein terlarut pada kecap sebesar 15200 - 40325 µg/ml. Proporsi kedelai dan lamtoro gung 70:30 dengan lama fermentasi 3 minggu menghasilkan kadar protein terlarut yang tertinggi (Gambar 3.2).



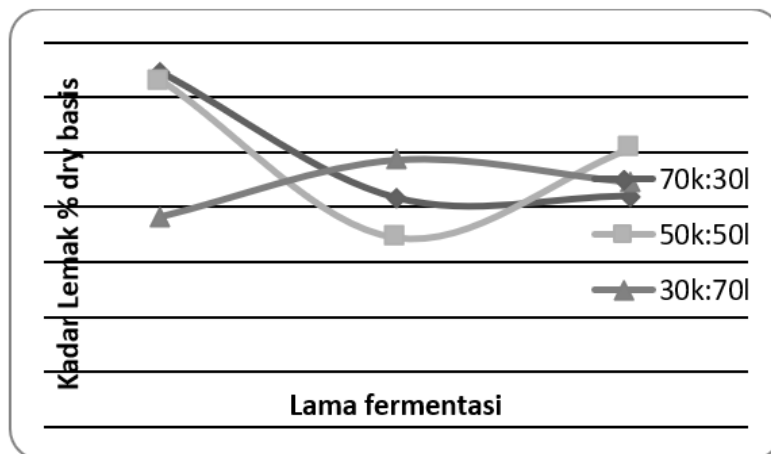
Gambar 3.2. Kadar protein terlarut kecap lamtoro gung angkak

Pada Gambar 3.1 menunjukkan bahwa semakin banyak proporsi kedelai menyebabkan kadar protein terlarut kecap meningkat. Protein dalam kecap selama fermentasi digunakan oleh jamur tempe sebagai makanannya sehingga semakin lama proses fermentasi maka kandungan protein terlarutnya semakin menurun. Nitrogen merupakan komponen penting untuk mengamati keberhasilan fermentasi. Komponen total nitrogen terlarut merupakan factor penentu kualitas kecap. Waktu proses fermentasi moromi menyebabkan perubahan kandungan nitrogen dalam filtrat. Kualitas kecap yang didasarkan atas rasio nitrogen terlarut terhadap nitrogen total dapat menunjukkan tingkat konversi protein yang berhasil dipecah menjadi peptide terlarut dan asam amino. *R. oligosporus* mempunyai aktivitas proteolitik yang tinggi yang dapat menghasilkan

ammonia bebas setelah 48-72 jam fermentasi (Streinkraus,1983), sehingga selama fermentasi akan terjadi penurunan aktivitas proteolitik yang mengakibatkan kadar protein terlarut semakin menurun. Adanya enzim proteolitik menyebabkan degradasi protein kedelai menjadi asam amino.

Jamur *Rhizhopus oligosporus* bersifat proteolitik dan ini penting dalam pemutusan protein. Jamur ini akan mendegradasi protein selama fermentasi menjadi dipeptida dan seterusnya menjadi NH_3 atau N_2 yang airnya hilang melalui penguapan. Dengan semakin lama fermentasi berarti semakin lama kesempatan jamur mendegradasi protein, sehingga protein yang terdegradasi semakin banyak. Adanya enzim proteolitik menyebabkan degradasi protein menjadi asam amino, sehingga protein terlarut meningkat dari 0.5 menjadi 2.5%.

Kadar lemak kecap kedelai dan lamtoro gung sebesar 3.45% - 6.48% (Gambar 3.3). Proporsi kedelai dan lamtoro gung 70:30 dengan lama fermentasi garam 3 minggu mempunyai kadar lemak yang paling tinggi yaitu sekitar 6.48 %. Selama fermentasi, terjadi proses degradasi lemak, sehingga menyebabkan kandungan lemak menurun dengan semakin lama proses fermentasi. Pada proses fermentasi akan terjadi aktivitas enzim protease, lipase dan amylase yang berperan dalam proses fermentasi. Lemak akan dipecah oleh enzim lipase menjadi asam lemak, gliserol, alcohol, dan ester.



Gambar 3.3 Kadar lemak kecap lamtoro gung-angkak

Kandungan lemak pada kedelai sebesar 19.45%, sedangkan kandungan lemak pada lamtoro gung sebesar 5.58%, dan semakin lama waktu fermentasi lemak yang terkandung dalam lamtoro gung dan kedelai akan mengalami degradasi oleh enzim lipase menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Semakin lama waktu fermentasi akan terjadi penurunan kadar lemak. Penurunan ini disebabkan oleh mikroba yang tumbuh selama fermentasi lemak dibutuhkan untuk proses kehidupan mikroba dan adanya degradasi oleh enzim lipase. Terjadinya penurunan kadar lemak dengan semakin

lamanya fermentasi disebabkan karena jamur *Rhizopus oligosporus* bersifat lipolitik yang dapat menghidrolisis lemak.

Kadar air kecap sebesar 80.34 - 87.51% dan abu 8.37 %,.. Proporsi lamtoro gung semakin banyak maka terjadi peningkatan kadar air dan kadar abu pada kecap. Kadar serat lamtoro gung lebih besar dari kedelai, serat pangan mudah mengikat air sehingga pada saat proses perendaman air yang terikat cukup banyak, selain itu biji lamtoro gung juga mengalami proses hidrasi, sehingga berat biji naik sebesar dua kali lipat berat semula.

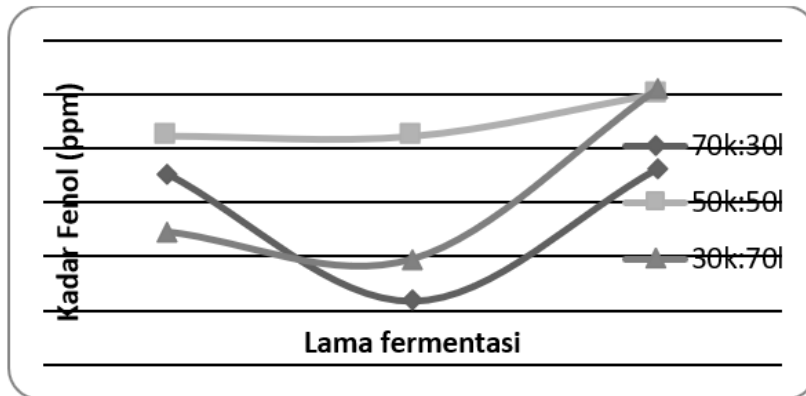
Proporsi lamtoro semakin banyak dan semakin lama fermentasi garam menyebabkan kadar abu yang ada pada kecap semakin tinggi. Proporsi lamtoro gung yang tinggi dan lama fermentasi menyebabkan banyak komponen makro dan mikro terdegradasi beberapa diantaranya yaitu protein, vitamin, dan mineral, adanya kadar mineral Nitrogen dan Cobalat dari vitamin B12 membuat kadar abu yang terdapat pada kecap kedelai lamtoro menjadi meningkat.

Serat memiliki sifat-sifat umum, antara lain bentuk molekul dengan polimer yang berukuran besar, struktur yang kompleks, banyak mengandung gugus hidroksil dan memiliki kapasitas pengikat air lebih besar. Banyaknya gugus hidroksil bebas yang bersifat polar serta struktur matriks yang berlipat-lipat ternyata mampu memberikan peluang besar bagi terjadinya pengikatan air melalui ikatan hidrogen.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas koji adalah luas permukaan substrat (kedelai dan lamtoro gung) yang menyebabkan pertumbuhan kapang semakin banyak. Semakin banyak kapang yang tumbuh maka enzim amylase dan protease yang dihasilkan semakin banyak. Kemudian, kedua jenis enzim ini memecah kandungan gizi terutama protein, karbohidrat dan lemak menjadi komponen-komponen yang lebih sederhana.

Fenol dan Aktivitas Antioksidan Kecap

Proses fermentasi koji adalah salah satu tahap penting dalam pembentukan komponen fenolik yang berperan pada flavor kecap. Kadar fenol kecap kedelai-lamtoro gung dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Kadar fenol pada kecap lamtoro gung-angkak.

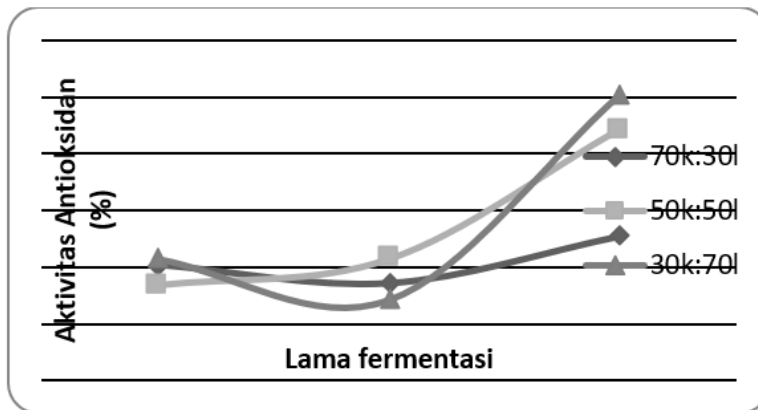
Kandungan fenol pada biji lamtoro gung jauh lebih banyak jika dibandingkan dengan kandungan fenol pada biji kedelai. Pada kedelai mengandung fenol sebesar 61.01 ppm atau setara dengan 130 - 138 mg/100 gr sedangkan pada lamtoro gung juga terdapat tanin 1.5 - 2.5%. Tanin merupakan antioksidan berjenis polifenol yang mencegah atau menetralkan efek radikal bebas yang merusak dan mudah teroksidasi menjadi asam tanat. Tanin adalah senyawa polifenol dari kelompok flavonoid yang berfungsi sebagai Antioksidan kuat, anti peradangan dan antikanker (*anticarcinogenic*).

Selain dari kedelai dan lamtoro gung, kandungan fenol kecap yang dihasilkan, disebabkan adanya penambahan angkak yang mengandung polifenol. Menurut Chairate *et al*, (2009), aktivitas antioksidan dalam angkak terdiri dari beberapa senyawa seperti *flavonoid, polifenol, karotenoid, alkaloid* dan vitamin. Beberapa metabolit sekunder yang diproduksi oleh jamur *Monascus* merupakan komponen yang disusun dari poliketida. Komponen tersebut adalah pigmen yang semakin pekat diiringi dengan kenaikan jumlah antioksidan yang dihasilkan.

Aktivitas antioksidan kecap kedelai dan lamtoro gung yang paling tinggi (Gambar 3.5) pada proporsi 30:70 dengan lama fermentasi selama 5 minggu. Semakin banyak lamtoro gung yang ditambahkan maka semakin tinggi aktivitas antioksidan pada kecap kedelai lamtoro gung. Selama fermentasi kecap terjadi kenaikan aktivitas antioksidan yang disebabkan oleh terhidrolisisnya senyawa *isoflavon glikosida* pada biji kedelai dan lamtoro gung menjadi senyawa *isoflavon bebas (aglikon)* oleh enzim *Glukosidase* pada saat proses perendaman biji. Enzim ini dihasilkan pula oleh *Rhizopus oligosporus* selama fermentasi.

Mekanisme kerja antioksidan yang memiliki gugus fenol adalah dengan cara berintegrasi dengan radikal bebas yang terdapat dalam sistem. Aktivitas antioksidan dari senyawa fenolat ditunjukkan melalui potensinya sebagai agen pereduksi, donor hidrogen, oksigen *quencher* dan pengkelat metal. Potensi antioksidan komponen fenol

didasarkan pada jumlah dan lokasi gugus hidroksil. Flavonoid, kelompok campuran polifenolat memiliki berat molekul rendah, meliputi *flavon*, *flavonol*, *isoflavan*, *flavan 3-ol*, dan antosianin. Pada proses pembuatan kecap terjadi reaksi Maillard yang dapat menghasilkan antioksidan alami. Antioksidan dibentuk pada beberapa level selama pemanasan karbonil-amina, termasuk degradasi senyawa Amadori menjadi amino reduktan atau pembentukan polimer dengan aktivitas antioksidan (Rosida *et al*, 2006).



Gambar 3.5. Aktivitas antioksidan kecap Lamtoro gung-angkak.

Peran pada Penurun Kolesterol

Penurunan kadar kolesterol dapat dilakukan dengan cara penggunaan obat-obatan dan diet/pengaturan makan. Penggunaan obat-obatan selain mahal, ternyata dapat menimbulkan efek samping terhadap tubuh, misalnya: gangguan pencernaan, pusing, nyeri otot, disfungsi seksual, dan lain-lain. Hal tersebut di atas menjadikan diet sebagai cara alami untuk menurunkan kadar kolesterol menjadi semakin populer. Penurunan kadar kolesterol melalui diet dapat dilakukan dengan cara mengkonsumsi makanan/minuman yang memiliki efek hipokolesterolemik. Efek hipokolesterolemik pada tempe, disebabkan oleh kandungan gizinya, seperti; isoflavon, asam lemak tak jenuh, dan serat. Demikian juga pada konsumsi kecap atau tauco yang berbahan baku sama halnya dengan tempe dapat berpotensi sebagai hipokolesterolemik.

Tabel 3.1. Profil lipid tikus yang diberi diet kecap kedelai lamtoro gung

Profil Lipid Tikus (mg/dL)						
Tikus	Total Kolesterol		HDL Kolesterol		Trigliserida	
Awal		89		21		55
Kontrol	54		30		55	
	55	61	39	39	101	74
	74		47		54	

Profil Lipid Tikus (mg/dL)						
Tikus	Total Kolesterol		HDL Kolesterol		Trigliserida	
Diet kecap (K/L)	80		47		50	
	94	82	61	52	90	84
	72		50		113	

LDL kolesterol merupakan hasil dari pengurangan total kolesterol dengan HDL kolesterol dan trigliserida. Fungsi LDL dalam tubuh membawa kolesterol dan mengirimnya ke jaringan tubuh yang membutuhkan, maka rendahnya konsentrasi LDL kolesterol merupakan hal yang sangat baik, karena dapat meminimalkan terjadinya penumpukan kolesterol pada pembuluh darah yang merupakan penyebab terjadinya arteroklerosis

Total kolesterol dan HDL kolesterol pada tikus yang mendapatkan diet konsumsi kecap kedelai lamtoro gung mengalami peningkatan. Demikian juga pada profil trigliserida tikus yang mendapatkan diet konsumsi kecap kedelai lamtoro gung mengalami peningkatan. Penurunan kolesterol 1 % sama halnya dengan penurunan resiko penyakit jantung sebesar 3-4% (Law dkk 1994).

Data pada Tabel 3.1 didapatkan bervariasi. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai keadaan yang dapat berinteraksi dalam proses digest. Pemunculan aksi hipokolesterolemik protein kedelai cukup dipengaruhi oleh sumber karbohidrat diet. Pencampuran protein kedelai dengan pati jagung efektif menurunkan konsentrasi total dan LDL kolesterol, sedang pencampuran dengan tepung terigu berkecenderungan menurunkan trigliserida dan LDL kolesterol.

Organoleptik Kecap Kedelai-Lamtoro gung Angkak

Proporsi kedelai semakin banyak yang ditambahkan semakin tinggi pula penilaian panelis terhadap produk. Semakin banyak proporsi kedelai yang ditambahkan, warna yang dihasilkan akan semakin hitam. Lama fermentasi membuat kecap semakin wangi dan kaya cita rasa. Reaksi Maillard pada proses pembuatan kecap sangat menentukan warna, cita rasa dan aroma. Gugus ϵ -amino residu lisin yang terikat pada peptide dan protein merupakan gugus yang berperan dalam reaksi Maillard. Pembentukan warna kecap terjadi selama proses fermentasi moromi dan proses pemasakan akibat reaksi pencoklatan non enzimatis, yaitu reaksi Maillard dan karamelisasi.

Pada fermentasi moromi terjadi pemecahan protein, lemak dan karbohidrat oleh kapang, khamir dan bakteri menjadi fraksi yang lebih sederhana seperti asam amino, lemak dan glukosa. Rasio gula terhadap asam amino sangat berpengaruh terhadap reaksi pembentukan warna. Semakin meningkat jumlah asam aminonya, makin cepat terjadi

pembentukan warna. Peranan gula dalam pembuatan kecap sangat penting karena dapat menyebabkan terjadinya reaksi Maillard dan karamelisasi, yang berperang dalam pembentukan flavor dan karakteristik kecap.

Tabel 3.2. Nilai organoleptik kecap Kedelai-Lamtorgung

Proporsi Kedelai:Lamtorgung (%)	Lama Fermentasi	warna	rasa	aroma
70 : 30	3 Minggu	51	48	50
	4 Minggu	61	66	64
	5 Minggu	74	81	75
50 : 50	3 Minggu	59	56	47
	4 Minggu	58	55	51
	5 Minggu	46	49	49
30 : 70	3 Minggu	49	44	66
	4 Minggu	61	50	46
	5 Minggu	56	48	47

Pada Tabel 3.2 menunjukkan bahwa Proses pemasakan sangat menentukan kualitas kecap. Reaksi karamelisasi menentukan warna dan rasa kecap. Hal ini dikarenakan selain menghasilkan pigmen caramel yang berwarna coklat karamelisasi berhubungan dengan pembentukan flavor. Senyawa 3 deoksiosulosa yang merupakan senyawa intermediet yang dihasilkan dari tahap dehidrasi pada reaksi karamelisasi, tidak hanya menyebabkan pembentukan warna coklat tetapi juga berperan dalam menghasilkan senyawa volatile yang berkaitan dengan flavor caramel.

Kedelai mempunyai protein yang tinggi yang kemudian mengalami degradasi selama proses fermentasi menghasilkan peptide gurih dan asam-asam amino yang berupa asam glutamate. Rasa gurih dibangkitkan oleh keberadaan senyawa garam glutamate yang cukup pada media fermentasi. Pada fermentasi moromi, pembentukan natrium glutamate terdapat pada tahapan moromi.

Selama proses fermentasi garam, enzim-enzim hasil dari fermentasi kapang akan memecah komponen-komponen gizi dari kedelai menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Protein kedelai akan diubah menjadi asam amino, sedangkan karbohidrat akan diubah menjadi senyawa organik. Senyawa-senyawa tersebut kemudian bereaksi dengan senyawa lainnya yang merupakan hasil dari proses fermentasi asam laktat dan alkohol. Reaksi antara asam-asam organik dan etanol (alkohol) lainnya akan menghasilkan ester-ester yang merupakan senyawa pembentuk cita rasa dan aroma.

Proses fermentasi ini menyebabkan struktur protein di dalam kedelai terpecah-pecah menjadi berbagai macam asam amino. Berbagai asam amino ini bercampur dengan

garam yang ditambahkan, membentuk kandungan umami yang tinggi sekali. Rasa gurih/umami terjadi karena terbentuknya rasa yang alami..

Proporsi kedelai 70% dan lama fermentasi 5 minggu mempunyai tingkat kesukaan tertinggi yaitu 75. Lipoksigenase merupakan enzim yang akan memecah asam-asam lemak. Enzim ini mulai mengoksidasi lipid dari asam lemak. Enzim lipoksigenase banyak terdapat pada jaringan tanaman terutama jenis leguminosa. Kadar karbohidrat lamtoro gung lebih tinggi daripada kadar karbohidrat kedelai. Karbohidrat tersebut akan dipecah oleh *Rhizopus* sehingga menimbulkan aroma alcohol atau seperti tape pada pembuatan moromi kecap.

C. Tauco Lamtoro gung-Kedelai-Angkak

Tauco merupakan salah satu makanan tradisional warisan nenek moyang bangsa Indonesia. Tauco ini cukup populer di daerah Jawa Barat. Tauco adalah produk berbentuk pasta yang berwarna kekuning–kuningan dan mempunyai rasa yang agak asin. Proses pembuatan tauco dilakukan dengan cara fermentasi. Tauco digunakan sebagai penyedap masakan alami karena bau dan rasanya yang khas.

Tauco merupakan produk hasil fermentasi yang terbuat dari kedelai yang proses pembuatannya mirip pembuatan kecap. Fermentasi merupakan istilah yang mengacu pada sebuah proses dengan menggunakan mikroba yang ditambahkan pada bahan baku untuk menghasilkan jenis produk baru dengan sifat dan karakteristik yang berbeda, tergantung jenis mikroba yang ditambahkan. Selama fermentasi akan terjadi perubahan fisika (bentuk) dan kimawi.

Tauco yang terbuat dari kedelai, tergolong makanan bergizi dan sehat. Namun sayangnya, produksi kedelai di Indonesia tidak dapat memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri sehingga Indonesia masih perlu mengimpor kedelai dari negara lain. Ketergantungan terhadap impor ini membuat instansi terkait sulit untuk mengontrol harga kedelai sehingga harga kedelai di Indonesia terus merangkak naik dan imbasnya membuat harga tauco kedelai pun mengalami peningkatan. Untuk itu diperlukan upaya untuk mencari bahan baku pembuatan tauco dengan harga yang lebih murah, ketersediannya melimpah dan mempunyai rasa yang disukai oleh masyarakat.

Bahan pangan berprotein nabati yang banyak dipergunakan sebagai bahan dasar fermentasi pangan adalah kedelai atau jenis kacang-kacangan lain, seperti kacang tanah, kara benguk, dan kacang gude. Diantara bahan-bahan tersebut, kedelai paling sering digunakan sebagai bahan dasar makanan fermentasi di beberapa negara, karena kadar proteinnya yang tinggi.

Salah satu bahan pengganti kedelai adalah biji lamtoro gung. Biji lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*) merupakan kelompok kacang polong, yang biasa dikonsumsi saat biji muda ataupun biji kering. Biji lamtoro gung juga mempunyai kandungan protein

yang cukup tinggi bila dibandingkan dengan golongan biji-bijian yang lain. Biji lamtoro gung juga mengandung beberapa zat penting lain, diantaranya: kalori, hidrat arang, kalsium, fosfor, zat besi dan vitamin A, B1, C.

Tauco lamtoro angkak yang dibuat tetap menggunakan substitusi kedelai dikarenakan agar panelis tidak terlalu kaget dengan perbedaan rasa tauco yang nantinya akan dihasilkan. Proporsi penggunaan kedelai dan lamtoro dalam pembuatan tauco dapat 70:30; 50:50; 30:70. Bahan baku pembuatan tauco kedelai lamtoro angkak meliputi: biji lamtoro gung kering, biji kedelai, angkak, laru, gula merah, garam, tepung beras, tepung ketan. Proses pembuatannya setelah kedelai lamtoro gung dilakukan sortasi dan pencucian maka dilakukan perendaman selama 24 jam kemudian dilakukan pencucian kembali dilanjutkan perendaman selama 36 jam, dan dicuci kembali. Kemudian dilakukan perebusan selama 1 jam, dikupas dan dicuci bersih sampai lendirnya hilang. Kedelai lamtoro ditiriskan selama 1 jam dan kemudian diinokulasi dengan ragi sebanyak 0.5 gr/100 gr bahan dan ditutup dengan daun pisang, diratakan di atas tampah dan diinkubasi selama 3 hari. Koji atau tempe yang sudah jadi kemudian dipotong kecil-kecil dan direndam dalam larutan NaCl 20% selama 3-5 minggu, dengan penambahan angkak sebanyak 3% pada akhir fermentasi. Ampas dari hasil fermentasi garam tersebut yang disebut tauco. Tauco ditambahkan dengan air dengan perbandingan 1:5 direbus hingga mendidih. Kemudian ditambahkan gula, tepung beras dan tepung ketan yang sudah disangrai sebanyak 10% dari bahan diaduk terus selama 1 jam sampai volume setengah dari volume semula.

Kandungan Nutrisi Tauco Kedelai-lamtoro-Angkak

Kadar air tauco kedelai-lamtoro gung sebesar 30.53% - 38.46% dan abu 3.57 – 4.18%. Proporsi biji lamtoro gung yang ditambahkan meningkat maka semakin besar kadar airnya. Selain itu kandungan serat lamtoro gung yang lebih besar daripada kedelai mampu mengikat air lebih banyak. Serat mempunyai bentuk molekul dengan polimer yang berukuran besar, struktur yang kompleks, banyak mengandung gugus hidroksil dan memiliki kapasitas pengikat air lebih besar. Banyaknya gugus hidroksil yang bebas yang bersifat polar serta struktur matriks yang berlipat-lipat mampu memberikan peluang besar bagi terjadinya pengikatan air melalui ikatan hidrogen.

Penurunan kadar air selama fermentasi disebabkan adanya aktivitas mikroba selama fermentasi yang mengeluarkan panas, sehingga suhu fermentasi meningkat. Peningkatan suhu fermentasi diikuti oleh penguapan air yang terkandung dalam kedelai dan lamtoro, sehingga semakin berlanjutnya fermentasi mengakibatkan kadar air menurun.

Proporsi biji lamtoro gung semakin tinggi maka kadar abu tauco akan semakin menurun. Sebaliknya, semakin lama waktu fermentasi maka kadar abu semakin meningkat. Peningkatan kadar abu dapat berasal dari hasil degradasi fitat secara

enzimatik selama fermentasi. Selama fermentasi asam amino tertentu dapat disintesis dan ketersediaan kelompok vitamin B dapat diperbaiki. Fermentasi juga dapat menciptakan kondisi pH optimum untuk degradasi enzim fitat yang ada dalam biji-bijian dalam bentuk kompleks dengan kation polivalen seperti besi, seng, kalsium, magnesium dan protein. Penurunan kandungan fitat dapat meningkatkan jumlah zat besi larut, seng, dan kalsium menjadi beberapa kali lipat.

Kadar lemak tauco sebesar 3.61% - 5.17%. Pada Tabel 3.3 menunjukkan bahwa semakin banyak proporsi lamtoro dan semakin lama fermentasi menyebabkan kadar lemak tauco semakin menurun.

Tabel 3.3. Kadar lemak dan protein tauco kedelai-lamtoro gung

Proporsi Kedelai-lamtoro gung (%)	Lama fermentasi	Kadar Lemak(%)	Kadar protein terlarut ($\mu\text{g/ml}$)
70:30	3 minggu	5.17 ± 0.04^i	40000 ± 0.24^{ef}
	4 minggu	4.22 ± 0.04^f	73250 ± 0.24^g
	5 minggu	4.07 ± 0.04^e	79250 ± 0.24^h
50:50	3 minggu	4.71 ± 0.04^h	21000 ± 0.24^b
	4 minggu	3.92 ± 0.04^d	27000 ± 0.24^c
	5 minggu	3.73 ± 0.04^b	37250 ± 0.24^e
30:70	3 minggu	4.51 ± 0.04^g	14500 ± 0.24^a
	4 minggu	3.81 ± 0.04^c	22000 ± 0.24^{bc}
	5 minggu	3.61 ± 0.04^a	32000 ± 0.24^d

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf berbeda berarti berbeda nyata

Kadar protein terlarut tauco mempunyai kisaran antara 14500 - 79250 $\mu\text{g/ml}$ (Tabel 3.3). Proporsi kedelai lamtoro gung (70:30) dengan lama fermentasi 5 minggu menghasilkan kadar protein terlarut tauco tertinggi yaitu 79250 $\mu\text{g/ml}$. Semakin banyak proporsi kedelai yang ditambahkan dan semakin lama waktu fermentasi maka aktivitas enzim protease yang dihasilkan juga semakin meningkat, semakin lama fermentasi nilai pH akan semakin menurun. Terjadinya penurunan pH selama fermentasi garam dapat menciptakan kondisi yang cocok untuk aktivitas enzim protease, selama waktu fermentasi enzim protease akan mendegradasi protein menjadi komponen-komponen yang sederhana dan mudah larut dalam air, sehingga semakin banyak proporsi kedelai dan semakin lama waktu fermentasi menyebabkan semakin tinggi jumlah kadar protein terlarutnya.

Jamur *Rhizhopus oligosporus* bersifat proteolitik dan ini penting dalam pemutusan protein. Jamur ini akan mendegradasi protein selama fermentasi menjadi komponen yang lebih sederhana. Dengan semakin lama fermentasi maka semakin lama kesempatan jamur mendegradasi protein, sehingga protein yang terdegradasi semakin banyak.

Adanya enzim proteolitik menyebabkan degradasi protein menjadi asam amino, sehingga protein terlarutnya meningkat dari 0.5 menjadi 2.5%.

Total asam tauco berkisar 4.12 – 8.68% (Tabel 3.4). Proporsi lamtoro gung semakin banyak dan semakin lama fermentasi menyebabkan nilai total asam tauco yang dihasilkan semakin tinggi. Terjadinya pembentukan asam-asam organik dan metabolit asam seperti asam asetat, asam suksinat, asam amino, asam lemak bebas sebagai hasil peruraian dari komponen-komponen di dalam lamtoro dan kedelai yang dilakukan oleh mikroba untuk pertumbuhannya.

Tabel 3.4. Total asam dan total padatan tauco

Perlakuan		Total asam (%)	Total padatan (%)
Proporsi Kedelai lamtoro gung (%)	Lama fermentasi		
70:30	3 minggu	4.12 ± 0.03 ^a	9.20 ± 0.05 ^a
	4 minggu	6.84 ± 0.03 ^d	16.73 ± 0.05 ^d
	5 minggu	7.62 ± 0.03 ^f	18.17 ± 0.05 ^f
50:50	3 minggu	4.26 ± 0.03 ^b	9.67 ± 0.05 ^b
	4 minggu	6.91 ± 0.03 ^e	17.03 ± 0.05 ^e
	5 minggu	7.83 ± 0.03 ^h	20.83 ± 0.05 ^h
30:70	3 minggu	4.41 ± 0.03 ^c	10.00 ± 0.05 ^c
	4 minggu	7.81 ± 0.03 ^g	18.37 ± 0.05 ^g
	5 minggu	8.68 ± 0.03 ⁱ	21.40 ± 0.05 ^h

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf berbeda berarti berbeda nyata

Menurut Yokotsuka (1960), berlangsungnya periode fermentasi garam akan menumbuhkan bakteri asam laktat penghasil asam. Asam laktat merupakan asam yang dominan selama fermentasi garam. Di samping penghasil asam laktat, bakteri asam laktat dapat mengubah gula menjadi asam laktat dan asam asetat selama fermentasi garam. Jadi dengan semakin banyak bakteri asam laktat akan semakin meningkatkan jumlah asam. Hesseltine (1965) menyatakan khamir yang terbentuk secara alami pada fermentasi tauco dapat mengubah gula sederhana (glukosa, maltosa) sebagai hasil penguraian karbohidrat menjadi etil alkohol dan asam organik.

Total padatan tauco mempunyai kisaran antara 9.2% - 21.4% (Tabel 3.4). Peningkatan kandungan padatan terlarut disebabkan kemampuan enzim yang tinggi untuk menguraikan komponen-komponen kompleks dari lamtoro gung menjadi komponen yang lebih sederhana dan mudah larut air. Komponen-komponen seperti karbohidrat, protein, dan lemak yang akan diuraikan oleh enzim yang dihasilkan kapang pada waktu fermentasi kapang. Menurut Shurtleff dan Aoyagi (1979) menyatakan bahwa kira-kira 80-90% dari karbohidrat dan protein diuraikan oleh kapang menjadi komponen

yang sederhana. Selain itu, padatan terlarut yang semakin besar menunjukkan bahwa partikel-partikel hasil penguraian komponen-komponen dari kedelai dan lamtoro tetap terdispersi dengan baik dalam medium pendispersinya, yaitu larutan garam. Selama fermentasi garam berlangsung, mikroba akan mengubah gula sederhana seperti glukosa, maltosa, dekstrin menjadi asam-asam organik, etil alkohol, asam asetat, asam laktat, akibatnya nilai padatan terlarut meningkat selama fermentasi.

Organoleptik Tauco

Tingkat kesukaan panelis terhadap warna tauco 2.35 – 3.88. Proporsi kedelai lamtoro gung (70:30) dan lama fermentasi 5 minggu menghasilkan warna tauco dengan tingkat kesukaan tertinggi yaitu 173 (Tabel 3.5). Terbentuknya warna coklat selain oleh warna gula merah, juga dapat disebabkan oleh reaksi Maillard. Reaksi Maillard terjadi pada bahan pangan yang mengandung gula pereduksi dan protein. Asam amino primer bereaksi dengan gula reduksi menghasilkan *basa schiff*. Kemudian terjadi reaksi *Amadori rearrangement* sehingga menghasilkan amino ketosa. Amino ketosa mengalami degradasi menjadi senyawa furfuraldehida yang lebih sederhana. Selanjutnya terjadi polimerisasi antara aldehida dengan amin membentuk senyawa coklat melanoidin. Semakin lama waktu fermentasi akan menyebabkan protein semakin banyak terurai oleh enzim protease yang dihasilkan oleh kapang menjadi asam amino. Asam amino bebas yang terbentuk dapat pula bereaksi dengan gula menghasilkan pigmen berwarna merah atau coklat yang bersama-sama dengan pigmen flavones berperan dalam pembentukan warna produk akhir fermentasi (Shibasaki dan Hesseltine 1962).

Tabel 3.5 Nilai organoleptik tauco kedelai-lamtoro gung-angka

Proporsi Kedelai-lamtoro gung (%)	Lama Fermentasi	warna	Aroma	Rasa
70:30	3 minggu	134.0	115.0	115.0
	4 minggu	160.5	133.5	144.5
	5 minggu	173.0	146.5	156.5
50:50	3 minggu	107.5	110.0	106.0
	4 minggu	116.5	119.0	116.0
	5 minggu	141.0	122.0	121.5
30:70	3 minggu	94.5	100.0	98.0
	4 minggu	100.5	106.0	107.0
	5 minggu	106.0	113.5	111.0
100% Kedelai 100% Lamtoro	5 minggu	87.0	178.0	170.0
	5 minggu	84.5	78.5	69.5

Keterangan : Semakin besar nilai semakin disukai

Kedelai mengandung banyak lemak dan semakin lama waktu fermentasi akan menyebabkan lemak semakin banyak terurai oleh enzim lipase yang dihasilkan oleh kapang menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Selanjutnya asam-asam lemak bebas tersebut dapat bereaksi dengan alkohol, asam organik, dan asam asetat membentuk ester yang berperan dalam pembentukan aroma, seperti senyawa aromatik dan non aromatik, seperti i-butil, n-butil, dan i-amil alkohol. Terjadinya akumulasi komponen di atas disebabkan oleh mikroba selama fermentasi.

Proporsi kedelai semakin banyak menyebabkan rasa tauco semakin gurih. Rasa gurih tersebut disebabkan karena adanya peptida-peptida pendek hasil dari hidrolisis protein oleh enzim protease selama fermentasi. Selama proses fermentasi garam, enzim-enzim hasil dari fermentasi kapang akan memecah komponen-komponen gizi dari kedelai menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Protein kedelai akan diubah menjadi asam amino, sedangkan karbohidrat akan diubah menjadi senyawa organik. Senyawa-senyawa tersebut kemudian bereaksi dengan senyawa lainnya yang merupakan hasil dari proses fermentasi asam laktat dan alkohol. Reaksi antara asam-asam organik dan etanol (alkohol) lainnya akan menghasilkan ester-ester yang merupakan senyawa pembentuk cita rasa dan aroma. Proses fermentasi ini menyebabkan struktur protein di dalam kedelai terpecah-pecah menjadi berbagai macam asam amino. Berbagai asam amino ini bercampur dengan garam yang ditambahkan, membentuk kandungan umami yang tinggi sekali.

Aktivitas Antioksidan Tauco Kedelai-Lamtoro Angkak

Pada tauco dengan proporsi kedelai lamtoro gung (70:30) dengan lama fermentasi 5 minggu mengandung total fenol 2781.25 ppm dan aktivitas antioksidan 45.68%. Pada kedelai mengandung fenol sebesar 61.01 ppm atau setara dengan 130 - 138 mg/100 gr sedangkan pada lamtoro gung terdapat tanin 1.5 – 2.5%. Tanin merupakan beberapa antioksidan berjenis polifenol yang mencegah atau menetralkan efek radikal bebas yang merusak dan mudah teroksidasi menjadi asam tanat. Tanin adalah senyawa polifenol dari kelompok flavonoid yang berfungsi sebagai Antioksidan kuat, anti peradangan dan antikanker (*anticarcinogenic*). Selain dari kedelai dan lamtoro gung, kandungan fenol tauco yang dihasilkan disebabkan adanya penambahan angkak yang mengandung polifenol. Menurut Chairate *et al*, (2009), aktivitas antioksidan dalam angkak terdiri dari beberapa senyawa seperti *flavonoid*, *polifenol*, *karotenoid*, *alkaloid* dan vitamin. Beberapa metabolit sekunder yang diproduksi oleh jamur *Monascus* merupakan komponen yang disusun dari poliketida. Komponen tersebut adalah pigmen yang semakin pekat diiringi dengan kenaikan jumlah antioksidan yang dihasilkan.

Selama fermentasi tauco terjadi kenaikan aktivitas antioksidan yang disebabkan oleh terhidrolisisnya senyawa *isoflavon glikosida* pada biji kedelai menjadi senyawa *isoflavon* bebas yang disebut *aglikon* oleh enzim *Glukosidase* pada saat proses perendaman biji. Enzim ini dihasilkan pula oleh mikroorganisme selama fermentasi. Perpanjangan waktu fermentasi menyebabkan senyawa isoflavon dapat tertransformasi lebih sempurna, menjadi bentuk aglikon, serta dapat diharapkan pula terjadi pembentukan senyawa-senyawa baru yang lebih potensial.

Mekanisme kerja antioksidan yang memiliki gugus fenol adalah dengan cara berintegrasi dengan radikal bebas yang terdapat dalam sistem. Aktivitas antioksidan dari senyawa fenolat ditunjukkan melalui potensinya sebagai agen pereduksi, donor hidrogen, oksigen *quencher* dan pengkelat metal. Potensi antioksidan komponen fenolat didasarkan pada jumlah dan lokasi gugus hidroksil. Flavonoid, kelompok campuran polifenolat memiliki berat molekul rendah, meliputi *flavon*, *flavonol*, *flvonon*, *isoflavon*, *flavan-3-ol*, dan antosianin.

BAB 4

Konstenstrat Protein Lamtoro Gung

A. Konsentrat Protein

Konsentrat protein adalah produk pekatan protein yang memiliki kandungan protein minimal 50%. Pemekatan kadar protein bahan pangan dapat dilakukan dengan cara mengolahnya menjadi tepung, tepung rendah lemak, konsentrat, dan isolat protein. Teknologi pengolahan konsentrat protein sangat banyak aplikasinya dalam berbagai produk makanan. Konsentrat protein banyak dimanfaatkan pada produk *bakery*, daging olahan, *vegetarian food*, dan *dairy product*. Konsentrat protein juga digunakan sebagai bahan tambahan makanan dalam sup rasa daging, penyedap sosis, biskuit, crackers, minuman dan mayonaise.

Sifat Fungsional Konsentrat Protein

Berikut adalah beberapa karakteristik dari konsentrat protein lamtoro, diantaranya adalah :

1. Daya serap air (WHC)

Daya serap air didefinisikan sebagai sifat fisik dan kemampuan struktur bahan pangan dalam mencegah terlepasnya air dari struktur bahan pangan dalam mencegah terlepasnya air dari struktur tiga dimensi. Daya serap air berhubungan dengan tekstur dan *juiciness* produk pangan seperti daging, *bakery* dan produk yang memiliki karakter gel.

Komposisi asam amino protein mempengaruhi sifat daya serap air konsentrat protein. Konsentrat protein ini mengandung banyak asam amino ionik (asam glutamate, asam aspartat, dan lisin). Daya ikat air merupakan indikator kemampuan tepung, konsentrat, atau isolate protein untuk digabungkan dalam formulasi makanan terutama yang melibatkan penanganan adonan seperti dalam produk roti dan *cake*.

2. Daya serap minyak

Daya serap minyak adalah kemampuan protein untuk menyerap dan menahan lemak. Daya serap minyak suatu protein dipengaruhi oleh sumber protein, ukuran partikel protein, kondisi proses pengolahan, zat tambahan lain, suhu dan derajat denaturasi protein. Ukuran partikel dan tekstur yang lebih halus, lebih seragam dan lebih porus menyebabkan isolate protein lebih mudah menyerap dan mengikat minyak .

Daya serap minyak penting dalam berbagai system pangan, misalnya pangan teremulsi, produk susu, produk sosis, adonan, dan roti. Daya serap minyak hanya mencirikan pengikatan minyak atau lemak secara fisik oleh protein. Struktur protein yang lebih banyak bersifat lipofilik memberi kontribusi terhadap meningkatnya daya serap minyak

3. Aktifitas dan stabilitas emulsi

Aktivitas emulsi protein merupakan kemampuan protein untuk membentuk dan menstabilkan emulsi yang terbentuk. Stabilitas emulsi adalah kapasitas dari droplet-droplet emulsi untuk tetap terdispersi tanpa pemisahan. Aktivitas dan stabilitas emulsi tergantung pada bentuk hidrasi grup polar, hidrofobisitas molekul, dan muatan.

Sifat emulsi protein merupakan kemampuan protein untuk membentuk emulsi. Sifat emulsi akan tinggi apabila terjadi keseimbangan hubungan grup hidrofilik dan hidrofobik yang dapat menurunkan tegangan permukaan. Emulsi yang terbentuk dengan protein sebagai *emulsifier* dapat memiliki stabilitas selama beberapa hari jika disimpan pada suhu ruang.

4. Kapasitas dan stabilitas buih

Buih merupakan system dua fase dari sel-sel udara yang dipisahkan oleh lapisan cair kontinyu tipis. Daya buih menunjukkan kemampuan protein memproduksi suatu area permukaan buih/unit berat protein untuk menstabilkan film atau lapisan permukaan dari kekuatan internal dan eksternal.

Kemampuan membentuk buih dipengaruhi oleh sumber protein, suhu, pH, konsentrasi protein, dan waktu pembuihan. Pada pH mendekati isoelektrik, terjadi gaya elektro static maksimal sehingga daya buih meningkat. Kemampuan pembuihan meningkat jika konsentrasi protein juga meningkat karena akan meningkatkan ketebalan lapisan film pada interfasial.

Sifat protein membentuk buih yang stabil penting dalam memproduksi beberapa makanan. Distribusi ukuran gelembung udara dalam buih mempengaruhi penampakan dan tekstur, *smoothness*, serta kecerahan makanan. Protein yang banyak digunakan sebagai *foaming agent* diantaranya putih telur, gelatin, kasein, protein kedelai, dan gluten. Protein kedelai memiliki permukaan aktif, karena itu dapat membentuk buih dan digunakan sebagai *whipped topping* dan *frozen dessert*. Walaupun demikian, buih protein kedelai sangat tidak stabil akibat adanya *foam inhibitor*. *Foam inhibitor* diperkirakan adalah sisa lemak. Lemak melemahkan interaksi protein-protein dengan mengganggu permukaan hidrofobik (Zayas, 1997). Metode pembuatan konsentrat protein dapat dilakukan dengan ekstraksi asam, ekstraksi basa dan hidrolisis enzim, serta dapat dikombinasi dengan proses ultrafiltrasi. Metode yang digunakan dalam pembuatan konsentrat protein biji lamtoro gung diperoleh dari proses hidrolisis enzimatis dengan enzim bromelin dari limbah kulit nanas.

B. Konsentrat protein Lamtoro gung menggunakan ekstraksi asam-Ultrafiltrasi

Pembuatan konsentrat protein tepung biji lamtoro gung menggunakan membran ultrafiltrasi yaitu dengan penambahan tepung biji lamtoro gung dengan HCl 0.01 N 100 ml. Pengadukan selama 1 jam. Kemudian endapan dinetralsir dengan larutan NaOH 0.01 N 100 ml. Pemisahan menggunakan membran ultrafiltrasi dengan ukuran pori membrane 0.45 μm . Setelah itu dilakukan pencucian dengan aquades 200 ml dan Pengeringan.

Kandungan gizi pada biji lamtoro gung kering dengan kulit yaitu kadar protein 19.75%, kadar lemak 5.58%, kadar air 14.31% dan kadar abu 5.66%. Kandungan gizi pada tepung biji lamtoro gung terdiri dari kadar air 12.26%, abu 6.73%, lemak 3.19% dan protein 55.36%.

Hasil konsentrat protein biji lamtoro gung dengan menggunakan membrane ultrafiltrasi didapatkan dengan perlakuan tekanan (2,33 dan 3,66 atm) sebesar 47.79-49.42%. Semakin besar tekanan dalam membrane yang digunakan maka nilai kadar proteinnya semakin meningkat. Hal ini terjadi karena fluida yang melewati membrane semakin banyak yang tersaring dengan peningkatan tekanan. Ukuran pori-pori membrane mikrofiltrasi berkisar antara 0.1 – 1.0 μm . sehingga protein biji lamtoro gung dapat melewati membrane yang berukuran pori 0.45 μm .

Kadar protein konsentrat biji lamtoro gung dengan lama pemisahan 15 menit sebesar 47.77%, 30 menit sebesar 48.76%, dan 45 menit sebesar 49.28% dengan kadar air pekatan tepung biji lamtoro gung berkisar antara 4.63% - 8.50%. Waktu merupakan salah

satu hal yang berperan dalam meningkatkan hasil kadar protein. Semakin lama waktu yang diberikan kemampuan bahan melalui membrane dapat meningkat dengan tekanan yang diberikan, terdapat kekurangan yang mungkin dihasilkan dari lamanya waktu yang diberikan yaitu penumpukan bahan di pori-pori membrane yang menjadikan bahan tidak dapat melalui membrane. Kinerja membrane dapat mengalami penurunan oleh adanya *fouling* dan polarisasi konsentrasi. Polarisasi konsentrasi dan *fouling* dapat membatasi proses pemisahan dengan membrane karena keduanya menyebabkan penurunan *fluks permeat*.

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan komponen dari umpan yang mempunyai ukuran lebih besar dari pori-pori membran dan melewatkan komponen yang mempunyai ukuran yang lebih kecil. Filtrasi dengan menggunakan membran selain berfungsi sebagai sarana pemisahan juga berfungsi sebagai sarana pemekatan dan pemurnian dari suatu larutan yang dilewatkan pada membran tersebut.

Berdasarkan proses pemisahan yang diinginkan maka membrane dapat dibagi menjadi mikrofiltrasi, ultrafiltrasi dan *reverse osmosis* (osmose balik) dengan urutan ukuran pori yang semakin mengecil. Diantara ketiga jenis membrane tersebut, ultrafiltrasi memiliki aplikasi yang paling luas dalam industry seperti fermentasi, industri makanan dan minuman, semi konduktor dan lainnya.

Sifat Fungsional Konsentrat Protein Hasil Ultrafiltrasi

Daya serap air atau *Water Holding Capacity* merupakan kemampuan protein untuk mengikat air selama diaplikasikannya gaya-gaya, tekanan, sentrifugasi dan pemanasan. Hal ini dikarenakan semakin tinggi tekanan yang digunakan menunjukkan terjadinya peningkatan kadar protein dari konsentrat biji lamtoro gung yang berpengaruh terhadap peningkatan daya serap air. Daya serap air juga dipengaruhi oleh konsentrasi protein dan adanya komponen lain seperti polisakarida hidrofilik, lemak, garam, serta dipengaruhi pula oleh lamanya pemanasan dan kondisi penyimpanan. Semakin tinggi konsentrasi protein dalam suatu bahan pangan, maka daya serap air semakin meningkat.

Tabel 4.1. Sifat fungsional konsentrat protein biji lamtoro gung dengan metode penggunaan membrane ultrafiltrasi

Tekanan (atm)	Daya Serap Air (g/g)	Daya Serap Minyak (g/g)	Daya emulsi (%)	Daya buih (%)
2.33	3.12 ± 0.249 ^a	1.2 ± 0,186 ^a	47.67 ± 2.422 ^a	7.55 ± 1,648 ^a
3.66	3.22 ± 0.192 ^a	1.3 ± 0,228 ^a	50.20 ± 2.465 ^a	8.61 ± 1,746 ^a

Waktu pemisahan (menit)	Daya Serap Air (g/g)	Daya Serap Minyak (g/g)	Daya emulsi (%)	Daya buih (%)
15	3.03 ± 0.234 ^a	1.25 ± 0.238 ^a	47.84 ± 3,037 ^a	7.0 ± 1.789 ^a
30	3.20 ± 0.141 ^a	1.23 ± 0.115 ^a	48.78 ± 1,990 ^a	8.1 ± 1.033 ^a
45	3.28 ± 0.232 ^a	1.38 ± 0.294 ^a	50.17 ± 3,208 ^a	9.0 ± 1.828 ^a

Keterangan : Nilai yang disertai huruf berbeda berarti berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Daya serap minyak konsentrat protein biji lamtoro gung dengan waktu pemisahan (15-45 menit) sebesar 1.25 – 1.38 g minyak/g solid. Karakteristik produk pangan banyak melibatkan interaksi antara protein dan lemak, seperti pembentukan emulsi, emulsifikasi lemak pada daging, absorpsi flavor dan tekstur adonan. Mekanisme absorpsi minyak sebagai fenomena terperangkapnya minyak secara fisik. Absorpsi lemak ditentukan oleh pengikatan lemak oleh gugus nonpolar pada protein.

Dalam produk pangan yang berbentuk bubuk, pengikatan lemak dipengaruhi oleh ukuran partikel. Protein dalam bentuk bubuk dengan densitas rendah dan ukuran partikel kecil mengabsorpsi dan memerangkap minyak lebih banyak daripada protein dengan densitas yang tinggi. Kemampuan protein mengikat lemak sangat penting untuk aplikasi protein sebagai *meat replacer* dan *extender* sehubungan dengan *mouthfeel* dan retensi flavor yang melibatkan daya ikat lemak pada produk. Nilai daya serap minyak dari konsentrat protein biji lamtoro gung ini sebanding dengan daya serap minyak dari konsentrat protein kedelai komersial (ISOPRO) sebesar 1.17 g minyak/ g solid.

Densitas kamba konsentrat biji lamtoro gung berada pada kisaran 0.58% - 0.56%. Densitas kamba merupakan massa partikel yang menempati suatu unit volume tertentu. Densitas kamba menyatakan keringkasan suatu bahan dalam menempati volume. Semakin besar densitas kamba, maka semakin ringkas bahan tersebut karena dapat menempati volume yang sama dalam berat yang lebih besar. Densitas kamba juga merupakan perbandingan antara berat bahan dengan volume bahan yang dinyatakan dalam satuan g/ml. Peleg dan Bagley (1983) menyatakan bahwa densitas kamba tergantung dari beberapa faktor, yaitu gaya tarik antara partikel, ukuran partikel dan luas permukaan sentuh partikel.

Densitas kamba pekatan protein dipengaruhi oleh peningkatan kohesivitas partikel dan kadar air. Pada umumnya penyerapan air dihubungkan dengan peningkatan kohesivitas, terutama disebabkan oleh jembatan cairan antar partikel. Oleh karena itu, *food powder* yang higroskopis pada kadar air yang tinggi menyebabkan penurunan *bulk density*.

Sifat fungsional yang lain dari konsentrat protein adalah sifat emulsi. emulsi protein merupakan kemampuan protein untuk membentuk emulsi. Aktivitas emulsi protein adalah kemampuan protein dalam pembentukan emulsi dan menstabilkan emulsi

tersebut. Kelarutan protein, hidrofobisitas permukaan, dan fleksibilitas molekul protein mempengaruhi sifat emulsi dari protein globular. Oleh karena itu kemampuan membrane dalam menghasilkan pekatan protein secara optimal berhubungan dengan daya emulsi dari suatu pekatan protein.

Kelarutan suatu protein semakin tinggi, maka kemampuannya untuk membentuk lapisan yang menyelubungi doplet minyak juga semakin tinggi sehingga aktifitas emulsinya meningkat. Pembentukan emulsi oleh protein dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal. Faktor internal meliputi pH, kekuatan ion, suhu, berat molekul surfaktan, dan tipe protein. Faktor eksternal meliputi jenis peralatan yang digunakan, dan kecepatan pengadukan. Sampai saat ini belum ditetapkan metode yang baku untuk mengukur sifat *emulsifier* ini, oleh karena itu hasil pengamatan dari berbagai laboratorium sangat bervariasi satu sama lain dan tidak dapat dibandingkan.

Kemampuan protein untuk membentuk buih yang stabil sangat diperlukan dalam produksi berbagai bahan pangan, seperti es krim, *cake*, roti, *whipped cream* dan *mousse*. Pekatan protein (konsentrat/isolat protein) seringkali dipergunakan dalam produk creamer, milkshake, daging analog dan sebagainya. Buih merupakan suatu struktur terdispersi yang menggabungkan dua cairan koloid, seperti larutan protein sebagai medium pendispersi dan gas sebagai fase terdispersinya. Sifat pembentukan buih merupakan suatu sifat permukaan protein dimana sifat permukaan dipengaruhi oleh tegangan permukaan. Pembentukan buih berhubungan dengan menurunnya tegangan permukaan pada sistem udara-air akibat adanya adsorpsi oleh molekul protein (Okezie dan Bello, 1988).

Daya buih meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi protein karena terjadi peningkatan ketebalan lapisan pada interfisial, stabilitas buih maksimal diperoleh saat elastisitas permukaan juga maksimal. Kapasitas dan stabilitas buih lebih baik dilakukan pada konsentrasi yang tinggi karena adanya peningkatan viskositas protein dan memfasilitasi pembentukan multilayer dan film yang bersifat kohesif pada permukaan interfisial.

B. Konsentrat protein Lamtoro gung hidrolisis menggunakan cairan rumen domba

Protein merupakan zat penting yang dibutuhkan oleh tubuh hewan maupun manusia. Salah satu cara pemenuhan kebutuhan protein adalah dengan membuat produk pangan yang memiliki kandungan protein tinggi, diantaranya pekatan protein. Pekatan protein dapat digunakan untuk pakan ternak atau budidaya ikan.

Cairan rumen domba merupakan salah satu sumber bahan alternatif yang murah dan dapat dimanfaatkan dengan mudah sebagai sumber enzim hidrolase. Enzim-enzim tersebut antara lain enzim yang mendegradasi substrat selulase yaitu selulase,

hemiselulase/xylosa adalah hemiselulase/ xylanase, pati adalah amilase, pektin adalah pektinase, lipid/lemak adalah lipase, protein adalah protease dan lain-lain.

Enzim cairan rumen domba digunakan untuk proses hidrolisis daun lamtoro gung yang digunakan sebagai pakan ikan Nila. Pada lama inkubasi 24 jam dengan konsentrasi enzim 100 ml/kg menghasilkan protein terlarut tertinggi yaitu 0,396%.

Proses pembuatan konsentrat protein lamtoro gung sebagai berikut: ekstraksi enzim kasar cairan rumen domba dimulai dengan sentrifugasi cairan rumen domba yang diambil dari RPH dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit, kemudian dilakukan penambahan ammonium sulfat 35% selama 25 menit dan pengadukan dengan *magnetic stirrer* selama 25 menit, Suhu inkubasi 4°C selama 24 jam. Filtrat disentrifugasi 3000 rpm selama 15 menit dan penyaringan dengan menggunakan kertas saring dan penambahan buffer fosfat pH 7 0.05 M dengan perbandingan 10:1.

Tepung biji lamtoro gung dibuat suspensi dengan air(1:10) dilakukan pengaturan pH hingga 7.0 dengan NaOH 0.1 N dan pemanasan suhu 100°C selama 5 menit, kemudian didinginkan hingga suhu 70°C. Selanjutnya dilakukan penambahan ekstrak enzim kasar cairan rumen (0; 40; 80; 100 ml/kg), diinkubasi pada *waterbath shaker* 70 °C selama 24 dan 48 jam. Ekstrak disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm dengan air hangat dan dilakukan pengeringan pada suhu 45°C

Kadar Protein konsentrat hasil hidrolisis enzim rumen

Aktivitas enzim rumen pada penggunaan enzim 20-40% didapatkan aktifitas proteolitik 1.42-2.69 %. Aktifitas proteolitik enzim cairan rumen domba yang didapatkan lebih besar jika dibandingkan dengan aktifitas proteolitik enzim bromelin dari limbah kulit nanas. Protein lamtoro yang terhidrolisis oleh enzim bromelin nanas sebesar 0.574% pada konsentrasi 20% dan pada konsentrasi enzim 40% sebesar 1.12%. Sedangkan hasil penelitian Budiansyah (2011), diketahui bahwa aktifitas enzim protease sapi lokal 7.3 ± 3.5 unit/ml yang diukur pada pH 7.0. Enzim protease cairan rumen domba merupakan enzim yang dihasilkan oleh bakteri yang memiliki aktifitas lebih kecil saat enzim tersebut tidak lagi mengandung sel-sel bakteri dan protozoa.

Kadar protein pekatan protein biji lamtoro gung yang dihasilkan 56.02-56.30 % (db). Pada penggunaan enzim cairan rumen domba konsentrasi 0–8 ml/100 gr terjadi penurunan kadar protein yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena adanya proses hidrolisis enzimatis oleh enzim cairan rumen domba yang disebabkan adanya kandungan asam fitat yang merupakan zat anti nutrisi yang secara alamiah terdapat dalam biji lamtoro gung. Asam fitat tidak larut dalam pH netral dan menurunkan aktifitas enzim protease dengan protein yang mengikat asam fitat. Lama inkubasi 24 jam merupakan waktu maksimal enzim cairan rumen domba untuk mendegradasi substrat protein dalam tepung biji lamtoro gung. Aktifitas enzim dalam rumen sangat erat hubungannya dengan

keragaman mikroorganisme dalam rumen. Mikroba rumen dapat dibagi dalam 3 grup utama yaitu bakteri, protozoa dan fungi. Menurut Hungate (1966) dalam Fitriyani (2010), terdapat beberapa jenis bakteri dalam rumen, diantaranya :

1. Bakteri pencerna selulosa (*Bacteroidessuccinogenes*, *Ruminococcus flafaciens*, *Ruminococcus albus*, *Butyriofibrifibrisolvens*).
2. Bakteri pencerna hemiselulosa (*Butyriofibrifibrisolvens*, *Bacteroides ruminocola*, *Ruminococcus sp.*).
3. Bakteri pencerna pati (*Bacteroides ammylophilus*, *Streptococcus bovis*, *Succinnimonas amyloplitica*).
4. Bakteri pencerna gula (*Triponema bryantii*, *Lactobasillus ruminus*).
5. Bakteri pencerna protein (*Clostridium sporogenus*, *Bacillus licheniformis*).

Fungi di dalam rumen diketahui sangat bermanfaat untuk pencernaan pakan serat, karena dapat membentuk koloni pada jaringan selulosa pakan. Rizoid fungi tumbuh jauh menembus dinding sel tanaman, sehingga pakan lebih terbuka untuk dicerna oleh enzim bakteri rumen. Protozoa rumen diklasifikasikan menurut morfologinya yaitu Holotrichs yang mempunyai silia hampir di seluruh tubuhnya dan mencerna karbohidrat yang fermentable, sedangkan Oligotrichs yang mempunyai silia sekitar mulut umumnya merombak karbohidrat yang lebih sulit dicerna (Arora, 1989).

Enzim protease dalam cairan rumen domba dihasilkan oleh bakteri *Clostridium sporogenus* dan *Bacillus licheniformis*. Mekanisme reaksi enzim protease tersebut adalah diawali dengan pembentukan kompleks enzim-protein dengan ikatan kovalen yang bersifat reversible kemudian dilanjutkan dengan pembentukan produk antara tetrahedral akibat penyerangan oleh serin 221 yang bersifat reaktif terhadap C karbonil. Protonasi pada substrat yang menyebabkan berubahnya struktur tetrahedral menjadi kompleks asil-enzim. Produk antara tetrahedral terbentuk kembali akibat penyerangan H₂O terhadap kompleks asil-enzim. Aktivitas His 64-Ser 221 mengakibatkan terjadinya pembebasan sisi asilasi pada substrat sehingga menghasilkan asam amino (Naz 2002).

Sifat Daya Serap Air dan densitas kamba konsentrat protein

Daya serap air konsentrat protein biji lamtoro gung yang dihasilkan berkisar 3.18 – 3.42 ml/gr. Daya serap air tertinggi didapat pada perlakuan penambahan konsentrasi enzim 10 ml/100gram yaitu sebesar 3.42 ml/gram. Komposisi molekul-molekul dan kepolaran protein berpengaruh terhadap pengikatan air. Interaksi antara air dan gugus hidrofilik dari rantai samping protein dapat terjadi melalui ikatan hydrogen. Jumlah air yang dapat ditahan oleh protein bergantung pada komposisi asam amino, hidrofobisitas permukaan, dan proses pengolahan. Jumlah air yang diikat akan meningkat jika kepolaran protein meningkat. Daya serap air konsentrat protein biji lamtoro gung masih dalam kisaran

isolat protein kedelai. Kinsella (1979) daya serap pekatan protein kedelai 2.40 - 3.40 g H₂O/g solid. Semakin tinggi konsentrasi enzim cairan rumen domba yang digunakan, semakin tinggi daya serap air pekatan protein biji lamtoro gung. Peningkatan daya serap air konsentrat protein biji lamtoro gung sejalan dengan semakin lamanya waktu inkubasi. Daya serap air konsentrat protein dipengaruhi oleh jumlah asam amino polar dalam protein. Gugus asam amino polar, seperti hidroksil, amino, karboksil, dan sulfhidril memberikan sifat hidrofilik bagi molekul protein sehingga dapat menyerap dan mengikat air. Daya ikat air merupakan indikator kemampuan tepung, pekatan, atau isolat protein untuk digabungkan dalam formulasi makanan terutama yang melibatkan penanganan adonan seperti dalam produk roti dan cake.

Densitas kamba konsentrat protein biji lamtoro gung yang dihasilkan berkisar 0.57 – 0.56 gr/ml. Pada konsentrasi enzim 10 ml/100 gr sedikit mengalami penurunan menjadi 0.56 gr/ml. Densitas kamba konsentrat protein dipengaruhi oleh peningkatan kohesivitas partikel dan kadar air, terutama disebabkan oleh jembatan cairan antar partikel. Oleh karena itu, *food powder* yang higroskopis pada kadar air yang tinggi menyebabkan penurunan *bulk density*.

Pada lama inkubasi 24 jam densitas kamba konsentrat protein biji lamtoro gung 0.56 gr/ml dan mengalami sedikit penurunan pada inkubasi 48 jam yaitu 0.55 gr/ml. Nilai densitas bulk dari berbagai makanan berbentuk bubuk antara 0.3 – 0.8 gr/ml. Densitas kamba dari makanan berbentuk bubuk tergantung dari sifat partikel dari bahan makanan tersebut. Makanan berbentuk bubuk tergantung dari pengaruh faktor-faktor yang saling berhubungan seperti intensitas gaya tarik menarik antar partikel, ukuran partikel dan jumlah dari titik yang berhubungan.

Sifat daya serap minyak konsentrat protein

Daya serap minyak konsentrat protein biji lamtoro gung yang dihasilkan berkisar antara 1.16 – 1.58 ml/gr. Daya serap minyak tertinggi didapat pada penggunaan konsentrasi enzim 10 ml/100 gram yaitu sebesar 1.58 ml/gram. Daya serap minyak konsentrat protein biji lamtoro gung masih dalam kisaran isolat protein kedelai (1.33 – 1.54 ml/gr) (Kinsella 1979). Peningkatan daya serap minyak yang sejalan dengan meningkatnya konsentrasi enzim cairan rumen domba yang digunakan tergantung dari adanya protein yang memiliki struktur lipolitik yaitu jenis lipoprotein yang diduga mengandung asam amino non polar (glisin, alanin, fenilalanin, triptofan, valin, leusin dan prolin) dalam pekatan protein biji lamtoro gung. Semakin lama waktu inkubasi terjadi penurunan daya serap minyak konsentrat protein biji lamtoro gung. Lama inkubasi 24 jam kemampuan daya serap minyak konsentrat protein biji lamtoro gung 1.40 ml/gr dan mengalami penurunan pada lama inkubasi 48 jam menjadi 1.34 ml/gr. Denaturasi protein dapat meningkatkan kemampuan protein untuk mengikat lemak dikarenakan terbukanya

struktur protein sehingga memaparkan asam amino yang bersifat nonpolar. Menurut Zayas, (1997) menyatakan bahwa daya serap minyak suatu protein dipengaruhi oleh sumber protein, ukuran partikel protein, kondisi proses pengolahan, zat tambahan lain, suhu, dan derajat denaturasi protein.

Sifat Daya emulsi dan daya buih konsentrat protein

Daya emulsi pekatan protein biji lamtoro gung yang dihasilkan berkisar 49.52–52.75 %. Daya emulsi tertinggi didapat pada perlakuan konsentrasi enzim 10 ml/100 gram. Daya emulsi suatu bahan erat kaitannya dengan keseimbangan jumlah gugus asam amino hidrofilik dan lipofilik. Pada konsentrat protein ini memiliki gugus asam amino non polar yang lebih dominan daripada gugus asam amino polar, sehingga tidak terjadi keseimbangan. Perbandingan jumlah asam amino hidrofilik-lipofilik yang seimbang sangat menentukan kemampuan protein untuk membentuk emulsi. Hal ini penting untuk menurunkan tegangan interfasial. Asam amino bersifat polar yaitu serin, threonin, sistein, metionin, tirosin, asparagin dan glutamin. Asam amino non polar terdiri atas alanin, valin, leusin, isoleusin, prolin, venilalanin, triptofan, etionin. Semakin lama waktu inkubasi menyebabkan terjadinya sedikit peningkatan daya emulsi konsentrat protein biji lamtoro gung. Jenis protein berpengaruh terhadap daya emulsi pekatan protein biji lamtoro gung. Daya emulsi dipengaruhi oleh konsentrasi protein, kecepatan pencampuran, jenis protein, jenis lemak, dan sistem emulsi. Daya kerja emulsifier disebabkan oleh bentuk molekulnya yang dapat terikat baik pada minyak (nonpolar) maupun air (polar). Daya dan stabilitas emulsi suatu protein disebabkan oleh aktivitasnya yang menyerupai surfaktan, yaitu kemampuan untuk mengurangi tegangan permukaan antara komponen hidrofobik dan hidrofilik.

Sifat daya buih konsentrat protein biji lamtoro gung yang dihasilkan berkisar antara (7.75 – 11.56 %). Daya buih tertinggi didapat pada konsentrasi enzim 10 ml/100 gram yaitu sebesar (11.56%). Pada lama inkubasi 24 jam daya buih 9.69 % dan menurun menjadi 9,19% pada lama inkubasi 48 jam.. Kapasitas dan stabilitas buih suatu protein dipengaruhi oleh kelarutan protein, laju difusinya ke arah permukaan, dan penyerapannya. Penurunan daya buih pekatan protein biji lamtoro gung diduga karena adanya sisa lemak dalam bahan tersebut, sehingga melemahkan interaksi protein.

D. Konsentrat protein lamtoro gung menggunakan hidrolisis enzim Bromelin

Kandungan asam amino lamtoro gung hampir seimbang dengan bungkil kedelai dan merupakan sumber vitamin A dengan kandungan β -karoten yang relative tinggi. Tanaman leguminosa ini mudah ditanam sehingga dapat membantu penyediaan bahan

baku pangan dengan nilai nutrisi yang tinggi. Kadar protein yang tinggi pada lamtoro gung alangkah baiknya jika dimanfaatkan untuk berbagai produk pangan. Rosida *et al* (2012) menjelaskan bahwa biji lamtoro gung kering dapat dijadikan tempe yang mempunyai nutrisi protein tinggi hampir sama kedelai. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan protein lamtoro gung sangat tinggi, demikian juga terhadap produk pangan yang dihasilkannya. Untuk mendapatkan kadar protein yang optimal maka dapat dilakukan melalui ekstraksi dengan enzim bromelin. Konsentrat protein yang didapatkan dapat diaplikasikan untuk berbagai produk pangan seperti makanan bayi, berbagai macam biskuit dan terutama untuk produk pangan yang membutuhkan asam amino yang lengkap atau protein yang tinggi.

Pada kulit nanas terkandung enzim bromelin. Enzim bromelin merupakan salah satu jenis enzim protease yang mampu menghidrolisis ikatan peptida pada protein atau polipeptida menjadi molekul yang lebih kecil yaitu asam amino.

Pada industri pengolahan nanas, perlu diperhitungkan kemungkinan pemanfaatan kulitnya. Selain menjadi alternatif pemanfaatan limbah industri, usaha pemanfaatan kulit nanas dapat memberikan nilai tambah. Secara ekonomi kulit nanas masih bermanfaat untuk diolah menjadi pupuk dan pakan ternak. Berdasarkan kandungan nutriennya, ternyata kulit buah nanas mengandung karbohidrat dan gula yang cukup tinggi. Wijana, dkk (1991) kulit nanas mengandung air 81.72 %, serat kasar 20.87%, karbohidrat 17.53%, protein 4.41% dan gula reduksi 13.65%. Penggunaan enzim dari pemanfaatan limbah seperti kulit nenas yang mengandung enzim bromelin akan memberikan keuntungan memudahkan aplikasinya dalam pembuatan konsentrat protein dan biaya yang lebih murah.

Pembuatan konsentrat protein biji lamtoro gung dengan melakukan perendaman biji lamtoro gung dengan air (1:2) selama 24 jam dan setiap 8 jam sekali dilakukan penggantian air, yang bertujuan untuk melunakkan struktur jaringan dan sehingga mempermudah pengupasan dan penggantian air rendaman yang mengandung lender. Setelah dilakukan penirisan kemudian dilakukan pengupasan kulit. Biji lamtoro gung tanpa kulit dilakukan pengeringan menggunakan cabinet dryer selama selama 14 jam pada suhu 50 °C dan dilakukan penggilingan dan pengayakan 100 mesh.

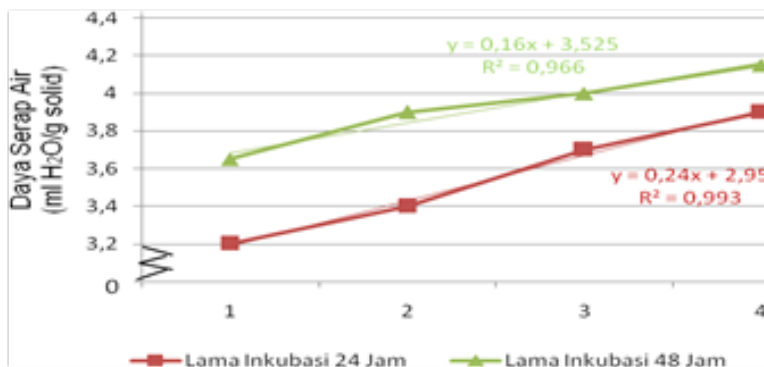
Di sisi yang lain proses ekstraksi enzim bromelin dimulai dengan melakukan pemotongan kulit nanas dan dihomogenisasi dengan 200 ml larutan buffer natrium asetat pH 6.5. Kemudian dilakukan penyaringan dengan kain kasa. Enzim yang diperoleh ini disentrifuse pada kecepatan 3500 rpm selama 25 menit dan penyimpanan 4°C. Penambahan amonium sulfat 60% dan pengadukan dengan magnetik stirer selama 25 menit diperlukan untuk mendapatkan enzim dan kemudian dilakukan inkubasi pada 4 °C selama 24 jam. Disentrifuge lagi pada kecepatan 3500 rpm selama 25 menit dan pencucian endapan dengan 10 ml natrium asetat 0.1 M pada pH 6.5

Suspensi tepung biji lamtoro gung dan air (10:100 g/mL) dilakukan penyesuaian pH dengan penambahan NaOH 0,1 N. Dilanjutkan dengan pemanasan pada suhu 100⁰C selama 5 menit dan pendinginan hingga suhu mencapai 55⁰C. Penambahan ekstrak enzim kasar kulit nenas (0-100 mg/100 g). Inkubasi dengan menggunakan waterbath shaker pada suhu 55 ⁰C selama 24 jam dan 48 jam dan dilakukan penambahan air panas 50 mL pada suhu 80 ⁰C sebanyak dua kali kemudian dilakukan sentrifuge dengan kecepatan 2500 rpm selama 30 menit. Pengeringan endapan dengan cabinet dryer pada suhu 30 ⁰C selama 20 jam.

Sifat Densitas Kamba dan Daya Serap Air Konsentrat Protein

Tepung biji lamtoro gung tanpa kulit mengandung kadar air 12.26%, kadar abu 6.73%, kadar lemak 3.19% dan kadar protein 45.13%. Densitas kamba adalah massa partikel yang menempati suatu unit volume tertentu. Tepung-tepungan umumnya memiliki densitas kamba sekitar 0.40 – 0.75 g/ml (Schubert 1987). Densitas kamba konsentrat protein biji kedelai adalah 0.63 g/ml. Perbedaan densitas kamba tiap konsentrat atau isolat protein dipengaruhi oleh metode pengeringan ekstrak. Densitas kamba merupakan sifat penting tepung-tepungan karena berperan penting dalam penyimpanan, transportasi dan pemasaran. Nilai densitas kamba konsentrat protein biji lamtoro gung sebesar 0.625 g/ml dengan rendemennya sebesar 100.27-103.90 %

Daya serap air terbanyak pada penggunaan enzim limbah kulit nenas 100 mg/100 g dengan lama inkubasi 48 jam menghasilkan daya serap air sebesar 4.15 mL/g. Komposisi asam amino protein mempengaruhi sifat daya serap air konsentrat protein. Konsentrat protein mengandung banyak asam amino ionik (asam glutamat, asam aspartat dan lisin) sehingga dapat meningkatkan kemampuan daya serap air. Daya serap air pada konsentrat kedelai berada pada kisaran 2.4 – 3.4 g H₂O/g solid (Hudson 1994). Daya serap air berkisar antara 182 - 213% untuk isolat kedelai dan komak (Suwarno, 2003).



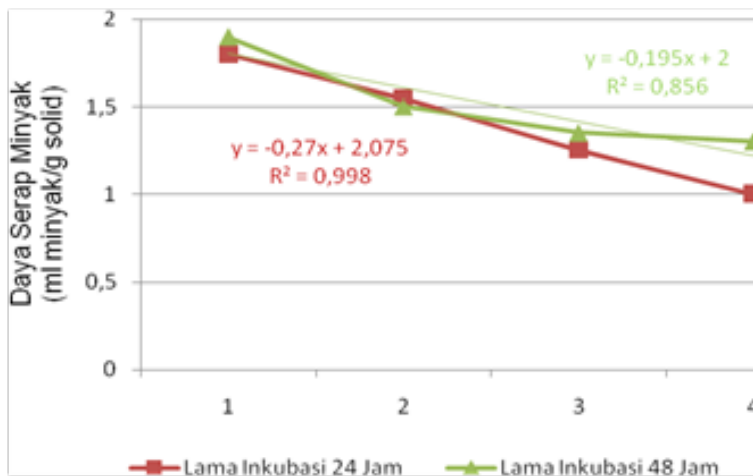
Gambar 4.1. Daya serap air konsentrat protein biji lamtoro gung

Pada Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim dan semakin lama inkubasi dapat meningkatkan daya serap air konsentrat protein biji lamtoro gung. Dengan semakin banyak protein yang terhidrolisis maka protein yang mempunyai sifat larut dalam air akan mudah terdispersi sehingga pada saat pengukuran daya serap air semakin besar. Beberapa produk yang membutuhkan daya serap air yang tinggi adalah produk daging, produk sosis, *bakery* serta mie. Pada *chopped meat* dan produk *bakery*, daya serap air berperan dalam pembentukan tekstur dari emulsi daging dan adonan *bakery*. Serta mengurangi *cooking* and *baking losses* dan meningkatkan *moistness* pada produk akhir.

Sifat Daya Serap Minyak

Daya serap minyak konsentrat protein lamtoro gung sebesar 1,3-1,9 mL/g, setara dengan daya serap minyak konsentrat protein kedelai. Daya serap minyak konsentrat kedelai berada di kisaran 1,33 – 1,54 ml minyak/g solid (Kinsella, 1979).

Pada Gambar 4.2 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi enzim dan semakin lama inkubasi dapat menurunkan daya serap minyak konsentrat protein biji lamtoro gung. Semakin tinggi konsentrasi enzim dan lama inkubasi yang digunakan dalam proses hidrolisa maka semakin banyak protein yang terhidrolisis.



Gambar 4.2. Daya serap minyak konsentrat protein biji lamtoro gung

Pada produk donat dan pancake penambahan tepung kedelai dapat membantu menjaga kelebihan lemak selama penggorengan. Hal ini akibat denaturasi protein yang membentuk barrier untuk menahan lemak dipermukaan donat. Daya serap minyak oleh protein kedelai pada produk daging olahan dapat memperbaiki formasi serta menstabilkan emulsi dan matriks gel yang dapat menghalangi migrasi lemak ke permukaan. Pengikatan lemak pada produk bubuk dipengaruhi oleh ukuran partikel.

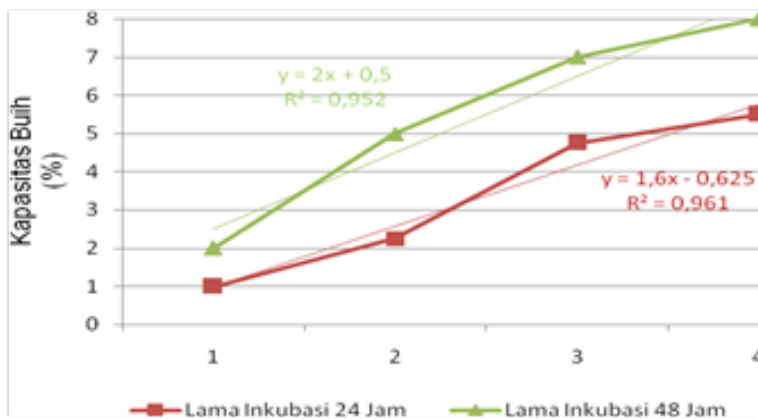
Protein dalam bentuk bubuk dengan ukuran partikel terkecil serta densitas yang rendah mengabsorpsi dan memerangkap minyak lebih banyak dibandingkan protein yang densitasnya tinggi.

Kapasitas Buih dan Stabilitas Emulsi Konsentrat

Kadar protein yang tinggi akibat terhidrolisis enzim bromelin akan menyelubungi droplet minyak sehingga dapat meningkatkan kapasitas dan stabilitas emulsi. Kapasitas emulsi isolat kedelai sebesar 30.05% (Rahayu, 2004). Kapasitas dan stabilitas emulsi meningkat dengan meningkatnya konsentrasi protein dan lama inkubasi.

Protein merupakan *surface active agents* yang efektif karena memiliki kemampuan untuk menurunkan tegangan interfasial antara komponen hidrofobik dan hidrofilik pada bahan pangan. Protein dengan kandungan asam amino non polar yang tinggi (lebih dari 30% dari total asam amino) menunjukkan aktivitas emulsi dan daya buih yang tinggi, namun memiliki daya gel yang rendah. Emulsifier digunakan hampir pada semua jenis pangan olahan dengan sistem dispersi untuk mencegah terjadinya pemisahan antara fase terdispersi dan fase pendispersi. Beberapa produk pangan yang memerlukan emulsifier adalah keju, margarin, mentega dan es krim.

Kapasitas buih konsentrat protein lamtoro gung tertinggi (8%) pada konsentrasi enzim limbah kulit nenas 100 mg/100 g dengan lama inkubasi 48 jam. Kapasitas buih untuk kedelai dan komak yaitu 116% dan 79% (Suwarno 2003), kecipir sebesar 89,5% (Budijanto dkk 2011). Kemampuan pembuihan meningkat jika konsentrasi protein juga meningkat karena akan meningkatkan ketebalan lapisan film pada interfasial.



Gambar 4.3. Kapasitas buih konsentrat protein biji lamtoro gung

Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi enzim yang digunakan serta lama inkubasi dalam proses hidrolisa maka semakin banyak pula protein yang terhidrolisis. Kemampuan pembuihan meningkat jika konsentrasi protein meningkat dikarenakan meningkatnya ketebalan lapisan film pada interfasial. Walaupun demikian, buih protein dari biji lamtoro gung sangat tidak stabil akibat adanya foam inhibitor. Foam inhibitor yang diperkirakan adalah sisa lemak. Lemak dapat melemahkan interaksi protein-protein dengan mengganggu permukaan hidrofobik. Sifat protein membentuk buih yang stabil penting dalam memproduksi beberapa makanan. Distribusi ukuran gelembung udara dalam buih mempengaruhi penampakan dan tekstur, smoothness, serta kecerahan makanan.

BAB 5

Konsentrat Protein Lamtoro Gung Sebagai Emulsifier

A. Roti Manis dengan emulsifier konsentrat protein Lamtoro gung

Produk roti sudah cukup dikenal di masyarakat, baik sebagai makanan pengganti nasi maupun sebagai makanan kecil atau selingan. Hal ini dapat dibuktikan dengan semakin banyaknya berdiri industri roti baik dalam skala rumah tangga maupun industri menengah. Selain roti tawar yang rasanya tawar (*plain*), juga dikenal roti manis yang dibuat dari adonan yang menggunakan lebih banyak gula, lemak dan telur.

Roti manis merupakan salah satu jenis roti yang terbuat dari adonan yang difermentasi serta mengandung 10% gula atau lebih. Adonan roti manis membutuhkan jumlah mentega putih yang lebih besar dari adonan roti tawar. Bahan baku roti manis yaitu tepung terigu, susu, mentega putih, gula, telur, ragi dan garam.

Faktor yang mempengaruhi keberhasilan produk bakery dititikberatkan pada kemampuan memerangkap gas saat adonan dipanggang. Untuk itu, beberapa penambahan bahan yang mempunyai kemampuan tersebut diketahui dapat meningkatkan mutu bakery yang dihasilkan. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menambahkan konsentrat protein biji lamtoro gung sebagai *emulsifier*.

Daya emulsi merupakan kemampuan protein untuk menurunkan tegangan permukaan antara kedua fase (tegangan interfasial) sehingga mempermudah terbentuknya emulsi. Kemampuan ini disebut kemampuan protein sebagai emulsifier. Daya emulsi ini dipengaruhi oleh konsentrasi protein, kecepatan pencampuran, jenis protein, jenis lemak, dan sistem emulsi. Daya kerja emulsifier disebabkan oleh bentuk molekulnya yang dapat terikat baik pada minyak (nonpolar) maupun air (polar).

Konsentrat protein biji lamtoro gung mempunyai sifat fungsional penyerapan dan pengikat air dan lemak, mempunyai kemampuan sebagai pengemulsi sehingga diduga dapat meningkatkan mutu roti yang dihasilkan. Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung pada roti manis bertujuan untuk menggantikan emulsifier yang biasa digunakan dalam pembuatan roti manis seperti isolate protein kedelai.

Penambahan kuning telur pada roti manis juga berfungsi sebagai emulsifier karena kuning telur memiliki kandungan lesitin. Lesitin memiliki gugus polar dan gugus non polar. Gugus polar akan mengikat air, sedangkan gugus non polar akan mengikat lemak. Fungsi dari lesitin sendiri adalah untuk mencampurkan atau mengemulsikan antara fraksi air dan fraksi lemak yang ada di dalam produk pangan. Fraksi lemak dan fraksi air akan dicampur ketika lesitin ditambahkan pada saat proses *mixing* berlangsung. Protein telur yang bergabung dengan gluten dapat membentuk dinding sel dan menyebabkan penahanan gas selama pencampuran.

Karakteristik Roti Manis dengan penggunaan emulsifier konsentrat Protein Lamtoro gung

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung 15% dan kuning telur 15% memiliki kadar air yang tinggi yaitu sebesar 17.39–22.50%. Peningkatan kadar air roti manis dengan meningkatnya penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dan kuning telur disebabkan kandungan lesitin pada kuning telur yang memiliki kemampuan untuk menyerap air dengan adanya gugus hidrofilik yang dimilikinya, sedangkan peningkatan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung akan menambah jumlah protein menjadi banyak yang berakibat jumlah gugus hidrofilik akan besar pula. Semakin tingginya gugus hidrofilik maka kemampuan penyerapan air akan semakin meningkat. Hartomo dan Widiatmoko (1993) menyatakan bahwa lesitin merupakan emulsifier yang bersifat amfifilik yang dapat meningkatkan kadar air dan dapat mengemulsikan antara air dan lemak, sedangkan konsentrat protein mempunyai kemampuan untuk mengikat air dan membentuk gel, semakin tinggi konsentrasi protein maka jumlah air yang terikat juga semakin meningkat (Kusnandar 2010). Menurut De Mann (1997), molekul-molekul protein dapat mengikat air dengan stabil karena sejumlah asam amino polar rantai sisi suatu polipeptida mampu mengikat air dengan stabil. Hal ini juga didukung oleh Meyer (1973), bahwa protein bersifat hidrofilik yaitu menyerap dan menahan air, dan air yang terikat pada protein akan sulit dilepaskan walaupun dengan pemanasan.

Tabel 5.1 Nilai kadar air, protein dan lemak roti manis

Konsentrat Protein Biji Lamtoro Gung(% b/b)	Kuning Telur (%b/b)	Kadar Air	Kadar Protein	Kadar Lemak
5		18.075 ± 0.177 ^{ab}	9.010 ± 0.170 ^a ^b	10.950 ± 1.329 ^b
10	15	21.730 ± 1.004 ^c	9.840 ± 0.071 ^b	11.035 ± 0.276 ^b
15		22.505 ± 1.117 ^c	10.915 ± 0.969 ^b	11.045 ± 0.177 ^b
5		17.978 ± 0.032 ^{ab}	8.745 ± 0.728 ^{ab}	9.880 ± 0.976 ^{ab}
10	10	18.850 ± 0.523 ^b	9.510 ± 0.679 ^{ab}	10.420 ± 0.537 ^b
15		19.830 ± 0.021 ^b	10.590 ± 0.948 ^b	9.575 ± 0.983 ^a
5		17.393 ± 0.145 ^a	8.450 ± 0.5 ³ 7 ^a	8.425 ± 1.732 ^a
10	5	17.500 ± 0.707 ^a	9.425 ± 0.332 ^{ab}	8.345 ± 0.7 ⁰ 0 ^a
15		17.743 ± 0.371 ^{ab}	10.400 ± 0.057 ^b	9.020 ± 0.226 ^{ab}

Keterangan : Nilai rerata yang diikuti huruf berbeda berarti berbeda nyata

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung semakin banyak maka semakin tinggi nilai kadar abu. Supriyanti(1994) menyatakan mineral biji lamtoro gung kalium 155 mg, fosfor 59 mg, dan besi 2,2 mg per 100 bahan. Semakin besar penambahan kuning telur maka kadar abu roti manis akan semakin meningkat. Garam yang banyak terdapat di dalam kuning telur adalah garam ferum dan fosfor, sedikit mengandung kalsium (Moehji 1971).

Pada Tabel 5.1 didapatkan kadar protein roti manis pada kisaran 8.450 – 10.915 %. Konsentrat protein biji lamtoro gung berasal dari proses hidrolisa biji lamtoro gung menggunakan enzim bromelin mengandung kadar protein sekitar 57.54% (Hafida, 2010). Amoo *et al* (2006) konsentrat protein merupakan produk pekatan protein yang memiliki kandungan protein minimal 50-70%. Kandungan protein tergantung dari kandungan bahan baku maupun selama proses. Di dalam proses pembuatan roti manis terdapat proses pemanggangan. Selama pemanasan, maka nilai protein dan kadar air akan diubah. Gugus karboksil yang ada di dalam protein akan diikat oleh air, sehingga ketika air dikeringkan, maka kandungan proteinnya juga akan semakin kecil. Perubahan struktur

protein dalam bahan baku juga dipengaruhi oleh denaturasi protein. Protein yang semula memiliki struktur kompleks akan dipecah strukturnya menjadi lebih sederhana karena adanya proses pemanasan.

Kadar lemak pada roti manis dengan penggunaan konsentrat protein biji lamtoro gung didapatkan pada kisaran 8.345% - 11.045% (Tabel 5.1). Konsentrasi konsentrat protein biji lamtoro gung semakin tinggi maka daya ikat lemaknya akan rendah, hal ini disebabkan pada biji lamtoro gung memiliki kandungan gugus polar lebih tinggi dari gugus non polar sehingga proses pengikatan lemak rendah. Semakin banyak gugus polar yang dimiliki protein maka semakin rendah kemampuan dalam mengikat lemak. Biji lamtoro gung mengandung protein dengan asam amino yang mempunyai gugus polar (12.6%) dan gugus non polar (12.4%), selain itu pada kuning telur sendiri memiliki kadar lemak yang cukup tinggi yaitu sebesar 31.9%.

Nilai rata-rata tekstur roti manis dengan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung sebagai emulsifier didapatkan pada kisaran 0.030 – 0.046 (mm/gr.detik). Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung yang berlebihan dapat menyebabkan gangguan matriks gluten sehingga roti menjadi keras.

Volume pengembangan roti manis dengan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung antara 111.34% - 157,28% (Tabel 5.2). Kuning telur berfungsi juga sebagai emulsifier yang dapat mengikat antar granula pati. Kuning telur memiliki dua gugus yaitu gugus polar dan gugus non polar. Emulsifier akan meningkatkan kemampuan adonan dalam memerangkap gas. Makin besar jumlah gelembung udara yang diserap oleh lemak dalam adonan maka makin besar volume roti yang dihasilkan dan teksturnya semakin halus.

Tabel 5.2 Volume pengembangan dan jumlah pori roti manis

Konsentrat Protein Biji Lamtoro Gung (% b/b)	Kuning Telur(%b/b)	Volume Pengembangan (%)	Jumlah Pori (pori/cm ²)
5		121.407 ± 1.43 ^a	63.500 ± 0.71 ^c
10	15	157.284 ± 10.58 ^b	68.000 ± 1.41 ^d
15		118.496 ± 8.49 ^a	61.500 ± 0.71 ^c
5		113.723 ± 0.96 ^a	57.000 ± 0.00 ^b
10	10	115.533 ± 4.05 ^a	57.500 ± 0.71 ^b
15		111.344 ± 2.47 ^a	50.500 ± 0.71 ^a
5		117.696 ± 4.59 ^a	61.000 ± 1.41 ^c
10	5	120.725 ± 7.04 ^a	61.500 ± 3.54 ^c
15		112.180 ± 6.77 ^a	51.500 ± 0.71 ^a

Keterangan: Nilai rerata yang diikuti huruf berbeda berarti berbeda nyata

Pada penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung 5% belum dapat meningkatkan volume pengembangan, sedangkan pada penambahan 10% konsentrat protein terjadi peningkatan volume pengembangan roti manis. Ketika penambahan konsentrat protein berlebihan maka hal ini justru dapat menurunkan pengembangan roti. Konsentrat protein biji lamtoro gung pada hasil penelitian ini juga masih mengandung komponen lain selain protein termasuk kandungan pati.

Volume pengembangan semakin meningkat menyebabkan pori-pori akan kecil dan merata sehingga tekstur menjadi *crumb* dan menjadi semakin empuk. Hal ini dikarenakan emulsifier dapat memperkuat jaringan gluten sehingga mampu meningkatkan kemampuan adonan dalam memerangkap udara, sehingga pori-pori roti yang dihasilkan akan lebih seragam dan empuk. Tekstur roti manis juga dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar protein roti manis.

Jumlah pori roti manis dengan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dan kuning telur 50.50 – 68.00 pori/cm² (Tabel 5.2). Penambahan kuning telur semakin meningkat dan menurunnya penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung maka jumlah pori roti manis semakin meningkat. Meningkatnya nilai pori-pori roti manis berhubungan dengan volume pengembangan.

Organoleptik Roti Manis

Roti manis dengan perlakuan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung 15% dan kuning telur 10% merupakan perlakuan yang paling banyak disukai panelis karena *rasa* roti manis yang dihasilkan memiliki rasa yang khas dari roti pada umumnya. Hal ini disebabkan di dalam penggunaan konsentrat protein biji lamtoro gung masih menyimpan rasa khas dari biji lamtoro gung dan ada aroma kuning telur sehingga menimbulkan rasa yang gurih.

Kesukaan panelis terhadap rasa roti manis ini juga sangat dipengaruhi oleh penambahan bahan pangan seperti lemak (*shortening*). Diduga ada interaksi antara gugus nonpolar pada konsentrat protein biji lamtoro gung dengan lemak pada *shortening* sehingga menghasilkan rasa yang disukai. Peningkatan rasa enak dari suatu produk pangan ditentukan besarnya protein dan lemak dalam produk tersebut. Kandungan protein bahan makanan berkorelasi cukup tinggi terhadap penilaian konsumen terutama hal rasa.

Tabel 5.3 Nilai skoring uji kesukaan pada roti manis

Penambahan		Total Skoring			
konsentrat protein biji lamtoro gung (%b/b)	kuning telur (%b/b)	rasa	aroma	warna	tekstur
5	15	137.0	141.5	151.5	166.5
10		155.0	140.0	156.5	157.5
15		138.5	144.0	143.5	152.5
5	10	129.5	143.5	118.5	126.0
10		150.0	157.0	148.0	123.0
15		195.0	169.5	180.0	168.5
5	5	101.0	142.0	114.0	133.5
10		143.5	150.0	144.0	156.5
15		179.0	162.5	178.5	158.5

Keterangan: Semakin tinggi nilai maka semakin disukai

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung semakin banyak maka semakin disukai aroma roti manis, karena semakin banyak penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung maka roti manis yang dihasilkan memiliki aroma yang khas. Pada konsentrat protein biji lamtoro gung masih menyimpan aroma khas dari biji lamtoro gung, selain itu adanya fermentasi gula oleh ragi yang juga dapat memberikan aroma khas pada roti. Adanya proses pemanggangan akan mendegradasi senyawa volatil sehingga menghasilkan sejumlah besar komponen aroma. Jenis aroma yang dihasilkan tergantung pada kombinasi khusus dari lemak, asam amino dan gula yang terdapat pada permukaan makanan. Komponen aroma sangat berkaitan dengan konsentrasi komponen aroma tersebut dalam fase uap di dalam mulut. Konsentrasi ini juga dipengaruhi oleh sifat volatil dari aroma itu sendiri. Faktor lain yang juga mempengaruhi aroma adalah kualitas komponen aroma, suhu, komposisi aroma, viskositas makanan, interaksi alami secara komponen aroma dan komponen nutrisi dalam makanan tersebut, seperti protein, lemak dan karbohidrat.

Nilai skoring tertinggi didapat pada roti manis dengan perlakuan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung 15% dan kuning telur 10% yaitu 180. Warna yang dihasilkan pada roti manis ini berwarna coklat kekuningan. Warna tersebut disebabkan adanya proses pencoklatan akibat reaksi Maillard yang terjadi selama proses pemanggangan roti. Adanya reaksi gula reduksi dengan asam amino dari protein menyebabkan reaksi *Maillard* dan dapat terjadi karamelisasi karena suhu pemanggangan yang digunakan adalah 180 °C. Pada suhu tersebut, gugus amina primer dari protein akan bereaksi dengan gugus pereduksi dari karbohidrat. Reaksi *Maillard* membutuhkan panas yang tinggi untuk menghasilkan warna coklat. Reaksi tersebut karena gugus

karbonil dari gula pereduksi akan bereaksi dengan asam amino dari protein selama pemanasan berlangsung, kemudian akan menghasilkan N glikosamin dan juga air. Selanjutnya gugus glikosamin tersebut akan membentuk kembali menjadi *ketosamin* karena sifat glikosamin yang tidak stabil. Hasil dari *ketosamin* adalah air, redukton, menghasilkan *diasetil*, *piruvaldehid*, dan ikatan *hidrolitikrantai* pendek lainnya. Selain itu juga membentuk polimer nitrogen yang berwarna coklat atau *melanoidin*. *Melanoidin* inilah yang membentuk warna coklat pada produk.

Reaksi pencoklatan (reaksi *Maillard*) melibatkan senyawa karbonil yang dapat berasal baik dari gula pereduksi atau hasil oksidasi asam askorbat, hidrolisis pati dan oksidasi lipid. Keterlibatan lemak dalam reaksi *Maillard* pada hakekatnya merupakan produk degradasi lipida yang bereaksi dengan asam amino, peptida maupun protein menghasilkan senyawa berwarna.

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dan kuning telur semakin sedikit maka tekstur roti manis yang dihasilkan semakin kasar sehingga tidak disukai oleh konsumen, sehingga dengan adanya perlakuan yang tepat diantara kedua *emulsifier* tersebut dapat menghasilkan tekstur roti yang empuk dan disukai konsumen. Peran *emulsifier* berfungsi sebagai pelembut tekstur *crumb* roti.

B. Sosis Ayam dengan emulsifier konsentrat protein Lamtoro gung

Sosis merupakan produk olahan makanan sebagai usaha diversifikasi yang terbuat dari daging yang banyak mengandung air, protein, lemak dan mineral-mineral. Beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas sosis:

1. Fungsi protein sebagai penyerap lemak dan penstabilitas emulsi yang dapat digunakan pada makanan dan bahan pangan lain.
2. Jumlah dan jenis daging serta jumlah bahan pengikat dapat mempengaruhi kadar protein pada sosis.

Banyak hal yang dapat mempengaruhi kualitas sosis. Kadar air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur dan citarasa dan merupakan komponen sangat penting dalam bahan pangan. jumlah pati maupun jumlah es yang ditambahkan pada proses pengolahan dapat mempengaruhi kadar air sosis. Abu yang terdapat dalam daging umumnya terdiri dari fosfor, kalsium, besi, magnesium, sulfur, sodium dan potasium. Kadar abu pada sosis berasal dari daging, tepung, sodium tripolifosfat maupun garam yang ditambahkan.

Kadar lemak dapat dipengaruhi oleh penambahan jenis dan jumlah daging serta lemak dalam pembuatan sosis. Kandungan karbohidrat pada sosis dapat berbeda berdasarkan jenis dan jumlah pengisi yang ditambahkan. Kadar karbohidrat daging segar yaitu kurang dari 1 % dari berat daging yang umumnya terdapat dalam bentuk glikogen dan asam laktat. Sosis merupakan produk sistem emulsi, stabilitas emulsi dapat

dicapai bila globula lemak yang terdispersi dalam emulsi diselubungi oleh *emulsifier* yang dimantapkan oleh pengikat dan pengisi. Pengikat merupakan bahan non daging yang ditambahkan ke dalam emulsi sosis dengan tujuan untuk menaikkan daya ikat protein terhadap air dan lemak sehingga emulsi sosis menjadi stabil.

Permasalahan yang sering terjadi dalam proses pembuatan sosis adalah emulsinya menjadi pecah, tekstur yang meremah (tidak kompak), terlalu keras maupun terlalu lembek, dan daya ikat air yang rendah akibat proses perlakuan emulsifikasi yang tidak baik. Mutu sosis dapat ditingkatkan dengan menaikkan daya ikat air dan emulsi lemak yaitu dengan menggunakan bahan pengikat dan pengisi yang tepat. Salah satu usaha yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menambahkan konsentrat protein biji lamtoro gung sebagai *emulsifier* dan putih telur sebagai *binder*.

Daya emulsi merupakan kemampuan protein untuk menurunkan tegangan permukaan antara kedua fase (tegangan interfasial) sehingga mempermudah terbentuknya emulsi. Kemampuan ini disebut kemampuan protein sebagai emulsifier. Daya emulsi ini dipengaruhi oleh konsentrasi protein, kecepatan pencampuran, jenis protein, jenis lemak, dan sistem emulsi. Daya kerja emulsifier disebabkan oleh bentuk molekulnya yang dapat terikat baik pada minyak (nonpolar) maupun air (polar).

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung pada sosis bertujuan sebagai emulsifier menggantikan emulsifier yang biasa digunakan seperti isolat protein kedelai dan susu skim. Konsentrat protein biji lamtoro gung memiliki sifat fungsional daya serap minyak 1,3 ml/g, kapasitas dan stabilitas emulsi 45,75% dengan nilai kadar protein 57,54%.

Karakteristik Sosis Ayam dengan Emulsifier Konsentrat Protein biji Lamtoro Gung

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur menyebabkan semakin tinggi kandungan kadar air yang terdapat dalam sosis ayam. Hal ini karena konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur memiliki kemampuan mengikat air dan membentuk gel, sehingga air yang terdapat pada sosis ayam semakin tinggi.

Tabel 5.4. Nilai kadar air, abu, WHC dan tekstur sosis ayam

Konsentrat Protein Biji Lamtoro Gung (%)	Putih Telur (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Nilai WHC (%)	Tekstur(mm/g. det)
2	6	70.50 ± 0.51 ^a	2.43 ± 0.06 ^a	22.30 ± 0.23 ^a	0.16 ± 0.02 ^{ab}
	8	72.00 ± 0.16 ^b	2.72 ± 0.06 ^{bc}	23.54 ± 0,50 ^b	0.17 ± 0.01 ^{ab}
	10	72.89 ± 0.28 ^c	2.88 ± 0.06 ^c	35.47 ± 0.00 ^e	0.21 ± 0.01 ^{bc}

Konsentrat Protein Biji Lamtoro Gung (%)	Putih Telur (%)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Nilai WHC (%)	Tekstur(mm/g.det)
3	6	71.04 ± 0.27 ^{ab}	2.65 ± 0,14 ^b	23.87 ± 2 ^b	0.14 ± 0.00 ^a
	8	72.66 ± 0.08 ^c	2.92 ± 0,10 ^c	29.56 ± 07	0.18 ± 0.00 ^b
	10	73.29 ± 0.14 ^c	3.08 ± 0.06 ^c	34.72 ± 00	0.25 ± 0.01 ^{cd}
4	6	72.23 ± 0.06 ^{bc}	2.81 ± 0.02 ^{bc}	32.09 ± 0.04 ^d	0.20 ± 0.01 ^{bc}
	8	72.92 ± 0.20 ^c	3.09 ± 0.06 ^c	34.44 ± 0.19 ^e	0.22 ± 0.01 ^c
	10	73.44 ± 0.11 ^c	3.64 ± 0.13 ^d	36.55 ± 0.93 ^f	0.26 ± 0.01 ^d

Keterangan : Nilai yang disertai dengan huruf beda menunjukkan berbeda nyata pada $p < 0,05$

Putih telur sebagai pengikat mengandung kadar air tinggi, dan protein dari albumin putih telur sebagian besar berupa sitoplasma yang komponen utamanya terdiri dari air. Protein albumin mengandung asam amino yang mampu mengikat air. Putih telur sebagai bahan pengikat mempunyai kemampuan mengikat molekul-molekul air yang cukup tinggi karena adanya gugus reaktif asam amino yang terkandung dalam protein putih telur sehingga air akan sulit untuk menguap.

Konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur mengandung mineral, sehingga semakin tinggi konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur maka kadar abu semakin tinggi. Ruri (2014) menyatakan putih telur mengandung mineral kalsium 6 mg, fosfor 17 mg, dan besi 0,2 mg per 100 gram bahan. Poedjiadi dan Supriyanti (2006), Mineral biji lamtoro gung kalium 155 mg, fosfor 59 mg, dan besi 2,2 mg per 100 bahan.

Nilai *Water Holding Capacity (WHC)* pada sosis ayam dengan penambahan konsentrat biji lamtoro gung dan putih telur berkisar antara 22.30% - 36.55%. Nilai *WHC* tertinggi didapat pada perlakuan penambahan konsentrat biji lamtoro gung 4% dan penambahan putih telur 10% (36.55%).

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur semakin banyak maka semakin tinggi nilai *WHC* sosis ayam. Kandungan protein yang berasal dari konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur yang saling berikatan, sehingga meningkatkan kemampuan mengikat air dan semakin banyak kandungan protein maka akan semakin banyak air yang terikat dan mengakibatkan nilai *WHC* akan meningkat. Daya ikat air sangat dipengaruhi oleh kandungan air, protein, dan penggunaan garam.

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung sebesar 4% dan putih telur 10% memberikan nilai tekstur tertinggi (0.26 mm/g.det) (Tabel 5.4). Kekerasan sosis meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur. Sebagian air dalam adonan diikat oleh molekul-

molekul protein putih telur yang mengalami koagulasi sehingga tekstur menjadi lebih lunak, sedangkan penambahan konsentrat protein biji lamtoro yang digunakan sebagai pengemulsi memiliki kemampuan pembentukan gel sehingga dapat memperbaiki tekstur dari produk. Konsentrat protein memiliki kemampuan membentuk gel dari ikatan hydrogen, interaksi ionic dan hidrofobik.

Pada Tabel 5.5 kadar protein tertinggi terdapat pada sosis ayam dengan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung konsentrasi 3% (14.01 %).

Tabel 5.5 Kadar protein, lemak dan stabilitas emulsi sosis ayam

Konsentrat Protein Biji lamtoro gung (%)	Kadar Protein (%)	Kadar lemak (%)	Stabilitas emulsi (%)
	13,35 ± 1,62 ^a	5,72 ± 0,77 ^a	90,64 ± 1,11 ^a
3	14,01 ± 2,10 ^a	5,65 ± 0,18 ^a	91,50 ± 1,10 ^a
4	13,16 ± 1,19 ^a	5,27 ± 0,45 ^a	91,96 ± 0,52 ^a

Keterangan : Nilai disertai huruf beda menunjukkan berbeda nyata pada $p < 0,05$.

Kadar lemak tertinggi terdapat pada sosis dengan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dengan konsentrasi 2% dan rata-rata kadar lemak terendah terdapat pada konsentrasi 4%. Semakin tinggi konsentrasi konsentrat protein biji lamtoro gung, semakin menurun kadar lemak. Pada protein biji lamtoro gung memiliki kandungan gugus polar lebih tinggi daripada gugus non polar sehingga proses pengikatan lemak rendah sehingga kadar lemak sosis mengalami penurunan. Sitompul (1997), Biji lamtoro gung mengandung gugus polar (12.6%) dan gugus non polar (12.4%).

Stabilitas emulsi tertinggi terdapat pada sosis dengan penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dengan konsentrasi 4% dan stabilitas emulsi terendah dengan konsentrasi 2%. Semakin tinggi konsentrasi konsentrat protein biji lamtoro gung yang ditambahkan semakin tinggi nilai stabilitas emulsi pada sosis ayam. Konsentrat protein biji lamtoro gung memiliki gugus polar yang akan menyebabkan fase protein-air membentuk matriks yang lebih kuat, sehingga butiran-butiran lemak yang dapat diselubungi akan semakin banyak, akibatnya stabilitas emulsi semakin meningkat.

Emulsifier dapat meningkatkan stabilitas emulsi karena bentuk molekulnya yang mempunyai dua sisi. Salah satu sisi bersifat polar yang dapat berikatan dengan cairan yang bersifat polar, sedangkan sisi yang lain bersifat non polar, sehingga emulsifier dapat mencegah terpisahnya fase pendispersi dan fase terdispersi. Albumin pada putih telur sebagai bahan pengikat, memiliki kemampuan mengikat air dan daya koagulasi dalam pembentukan emulsi sehingga menyebabkan meningkatnya stabilitas emulsi pada sosis ayam.

Nilai Organoleptik Sosis Ayam

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung 3% dan putih telur 10% dengan tingkat kesukaan tertinggi, menimbulkan rasa yang gurih dan tidak hambar pada sosis, sehingga banyak disukai oleh panelis. Konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur memiliki kandungan protein, dimana protein dapat menyumbangkan rasa gurih pada sosis.

Tabel.5.6 Nilai Rangking Organoleptik sosis ayam

konsentrat protein biji lamtoro gung (%)	Penambahan putih telur (%)	Jumlah ranking			
		rasa	aroma	warna	tekstur
2	6	151.0	157.0	150.5	149.5
	8	123.0	168.5	154.5	160.0
	10	141.0	150.0	145.0	147.0
3	6	145,5	157.0	151.0	159.5
	8	156.0	151.5	160.5	155.0
	10	161.5	150.5	133.5	144.0
4	6	160.0	145.0	149.5	128.0
	8	143.0	85.0	144.5	107.5
	10	153.0	118.5	154.0	119.5

Ket: semakin besar nilai semakin disukai.

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung 2% dan penambahan putih telur 8% dengan tingkat kesukaan tertinggi. Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur menimbulkan aroma langu pada sosis. Warna sosis ayam yakni putih tulang untuk sosis dengan jumlah penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung dan putih telur. Semakin meningkat jumlah penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung, warna putih semakin gelap (kecoklatan). Pengukusan sosis dapat menyebabkan terjadinya reaksi pencoklatan.

Penambahan konsentrat protein biji lamtoro gung 2% dan penambahan putih telur 8% dengan tingkat kesukaan tertinggi menghasilkan tekstur yang baik tidak terlalu keras dan kenyal. Pada putih telur sebagian air dalam adonan sosis diikat oleh molekul-molekul protin putih telur yang mengalami koagulasi sehingga tekstur menjadi padat, sedangkan konsentrat protein biji lamtoro gung memiliki kemampuan membentuk gel sehingga dapat memperbaiki tekstur. Konsentrat protein memiliki kemampuan membentuk gel dari ikatan hydrogen, interaksi ionic dan hidrofobik. Selain itu, diduga proses pemasakan dapat mempengaruhi tingkat keempukan sosis, karena bertujuan untuk mengkoagulasikan protein sehingga menghasilkan sosis dengan tekstur yang kompak.

C. **Non-Dairy Creamer dengan emulsifier konsentrat protein Lamtoro gung**

Non-dairy creamer / krimer nabati adalah produk pengganti susu atau krim yang merupakan produk emulsi lemak dalam air, dibuat dari minyak nabati yang dihidrogenasi dengan penambahan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Secara fungsional, *non-dairy creamer* menggunakan minyak nabati sebagai sumber lemak yang aman bagi penderita *lactose intolerance*.

Non-dairy creamer (krimer non-susu) telah dikenal masyarakat umum sebagai campuran dalam minuman seperti kopi maupun teh. Produk *non-dairy creamer* memanfaatkan minyak nabati oleh karena itu produk ini disebut dengan krimer non-susu / krimer nabati. Bahan penyusun *non-dairy creamer* antara lain air, sirup, lemak, *stabilizer*, *emulsifier*, *sodium caseinate* dan dekstrin. Kelebihan dari produk ini ialah tidak mengandung laktosa sehingga produk ini aman untuk dikonsumsi oleh mereka yang menderita *lactose intolerance*. Kelebihan lainnya dari *non-dairy creamer* ialah menggunakan lemak nabati yang merupakan peluang tersendiri di pasar, dimana harga minyak nabati lebih murah dibanding susu sehingga produk ini relatif lebih terjangkau bagi masyarakat.

Dalam pembuatan *non dairy creamer* dipengaruhi oleh beberapa bahan penyusunnya diantaranya penambahan *sodium caseinate* dan *emulsifier*. *Sodium caseinate* dalam proses pembuatan krimer non-susu ini berperan dalam memberikan rasa susu (*milk-like taste*), disamping itu juga berfungsi untuk memekatkan, memutihkan, dan aroma kaya krim (*cream-like flavor*). Dalam pembuatan krimer nabati juga diperlukan *emulsifier* yang berperan dalam tahap pembentukan emulsi antara fase air dengan fase minyak. *Emulsifier* dapat dihasilkan dari suatu pekatan protein yang dapat diperoleh dari bahan-bahan pangan yang mengandung protein tinggi. Salah satu bahan pangan yang kaya dengan kandungan protein adalah dari golongan *Leguminosae*. Lamtoro gung, kacang hijau dan kacang merah merupakan contoh dari golongan *Leguminosae* yang kaya akan kandungan protein dengan kadar masing-masing sebesar 30 – 40%, 22.20 gr/100gr dan 22.3 gr/100gr.

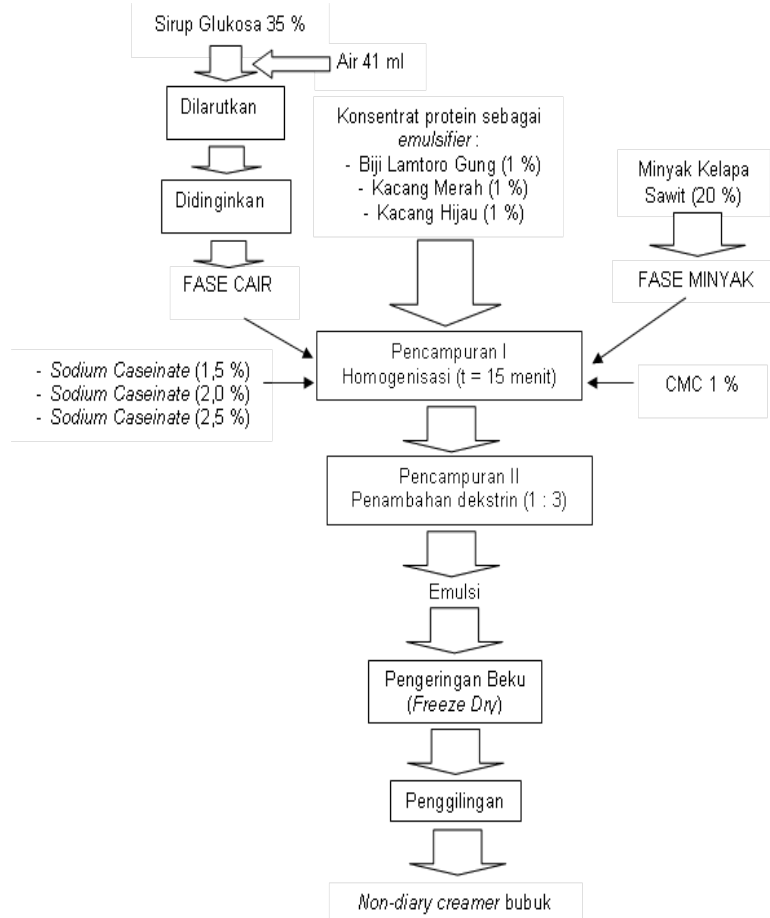
Pembuatan pekatan protein

Pembuatan suspensi biji lamtoro gung, kacang hijau dan kacang merah masing-masing dilakukan dengan pencampuran (Tepung: Air = 10 : 100 g/ml). Suspensi disesuaikan hingga mendapatkan pH optimum enzim yaitu 6.5 kemudian dipanaskan pada 100 °C selama 5 menit dan didinginkan hingga mencapai suhu 55 °C. Ekstrak enzim kasar kulit nenas ditambahkan ke dalam suspensi (100 mg ekstrak enzim kulit nenas/100 g Tepung Kacang-kacangan). Suspensi diinkubasi dengan menggunakan waterbath shaker pada suhu 55 °C selama 48 jam. Setelah itu ditambahkan air panas sebanyak 50 ml dengan suhu 80 °C. Penambahan air panas sebanyak 2 kali untuk menginaktifkan enzim kasar kulit nenas dan menghilangkan bahan kimia. Suspensi disentrifuge dengan kecepatan

2500 rpm selama 30 menit. Suspensi dikeringkan dengan *cabinet dryer* pada suhu 30 °C selama 20 jam

Pembuatan *non-dairy creamer*

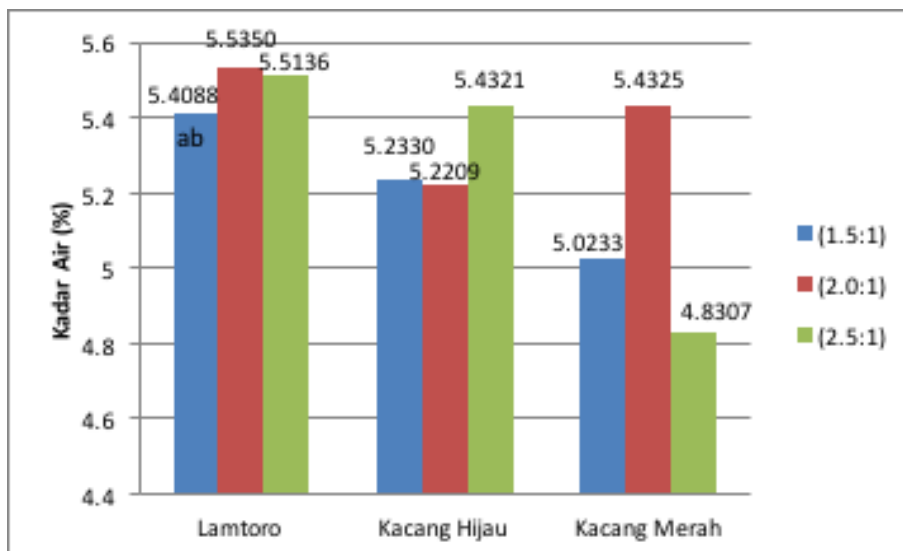
Sirup glukosa sebanyak 35% dilarutkan kemudian ditambah air sebanyak 41 ml. Larutan dituangkan secara perlahan ke dalam fase minyak yang sudah diberi pekatan protein 1 % yang berfungsi sebagai *emulsifier* dan dimasukkan *sodium caseinate* (1.5 %, 2 %, dan 2.5 %) kemudian ditambahkan CMC 1%. Larutan dihomogenisasi selama ± 15 menit hingga membentuk suatu sistem emulsi yang stabil. Emulsi ditambahkan dekstrin dan air (1:3). Emulsi dikeringkan dengan cara pengeringan beku (*Freeze Dry*). Proses ini bertujuan untuk menghasilkan *non-dairy krimer* berbentuk serbuk. Persentase dihitungkan dari total air yaitu sebanyak 141ml. Pembuatan non dairy creamer selengkapnya dapat dilihat pada skema Gambar 5.1



Gambar 5.1 Skema proses pembuatan non dairy creamer

Nutrisi dan Karakteristik *Non Dairy Creamer*

Kadar air produk *non-dairy creamer* berkisar antara 4.83% - 5.53% (Gambar 5.2). Jenis asam amino polar dan non-polar pada masing-masing pekatan protein mempengaruhi daya ikat air. Selain Daya Serap Air (WHC), kadar air pada produk *non-dairy creamer* juga dipengaruhi oleh jenis-jenis asam amino yang terkandung dalam pekatan protein kacang-kacangan yang digunakan sebagai *emulsifier* dalam pembuatan *non-dairy creamer*. Daya serap air berhubungan dengan jumlah gugus asam amino polar, seperti hidroksil, amino, karboksil dan sulfidril yang memberikan sifat hidrofilik bagi molekul protein sehingga dapat menyerap atau mengikat air. Pengikatan air bergantung pada komposisi dan konformasi antara molekul-molekul protein. Interaksi antara air dan gugus hidrofilik dari rantai samping protein dapat terjadi melalui ikatan hidrogen. Jumlah air yang dapat ditahan oleh protein bergantung pada komposisi asam amino, hidrofobisitas permukaan, dan proses pengolahan. Jumlah air yang diikat akan meningkat jika kepolaran protein meningkat.



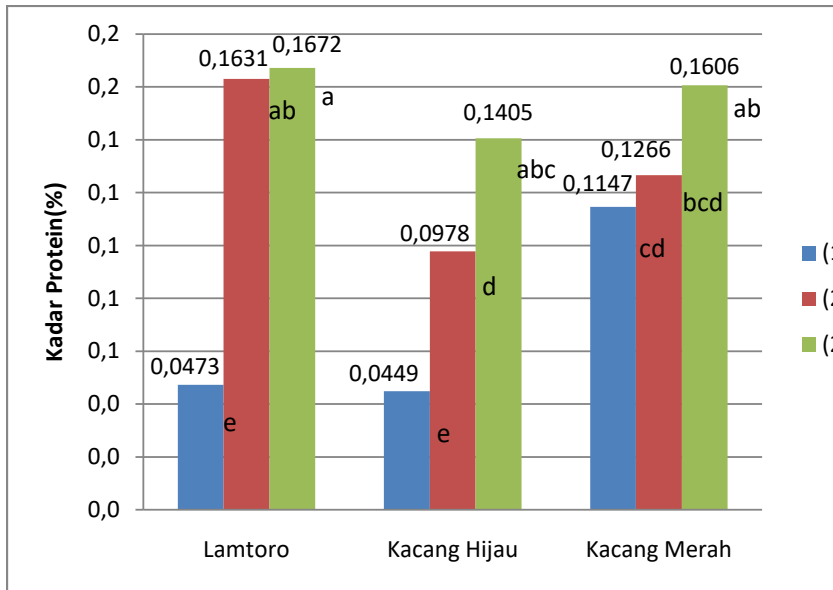
Gambar 5.2 Kadar air *non-dairy creamer* pada masing-masing jenis sumber protein nabati

Jenis asam amino polar yang terdiri dari serin, threonin, sistein, aspartat, glutamat, lisin, arginin dan histidin memiliki sifat hidrofilik sedangkan jenis asam amino non-polar seperti glisin, alanin, valin, leusin, isoleusin, prolin, metionin, fenilalanin dan tirosin memiliki sifat hidrofobik. Biji lamtoro gung mengandung total jenis asam amino polar sebesar 12.6% sedangkan total jenis asam amino non-polar sebesar 12.4% (Sitompul, 1997). Kacang hijau mengandung total jenis asam amino polar sebesar 11.7% sedangkan total asam amino non-polar sebesar 8.7% (Suprpto, 1993). Kacang merah mengandung

total jenis asam amino polar sebesar 4.3% sedangkan total asam amino non-polar sebesar 3.1% (Sitompul, 1997). Biji lamtoro gung mengandung asam amino polar lebih tinggi dibandingkan pada kacang hijau dan kacang merah sehingga diperoleh data kadar air pada produk *non-dairy creamer* dengan pekatan protein lamtoro gung mengandung rata-rata kadar air tertinggi pada setiap penambahan *sodium caseinate* (1.5-2.5%), sedangkan pada produk *non-dairy creamer* dengan pekatan protein kacang merah diperoleh rata-rata kadar air terendah pada setiap penambahan *sodium caseinate*. Menurut Akinshina *et al*, 2008;. O'Regan dan Mulvihill, 2009) menyatakan bahwa *sodium caseinate* disebut juga amphipilic alam, yaitu memiliki kelompok hidrofilik dan hidrofobik (atau lipofilik). Hal ini diduga mempengaruhi hasil analisa kadar air dari *non-dairy creamer* yang menghasilkan pengikatan air optimal yang berbeda-beda karena sifat amphipilic dari *sodium caseinate*

Kadar protein terlarut produk *non-dairy creamer* berkisar antara 0,05%-0,17% (Gambar 5.3). *Sodium caseinate* berperan dalam memberikan rasa susu (*milk-taste*) dan memekatkan atau memberikan warna putih seperti susu, selain itu *sodium caseinate* juga berperan sebagai sumber protein. Dalam Australian Dairy Goods (2008) dinyatakan bahwa *sodium caseinate* memiliki kadar protein sebesar 88%.

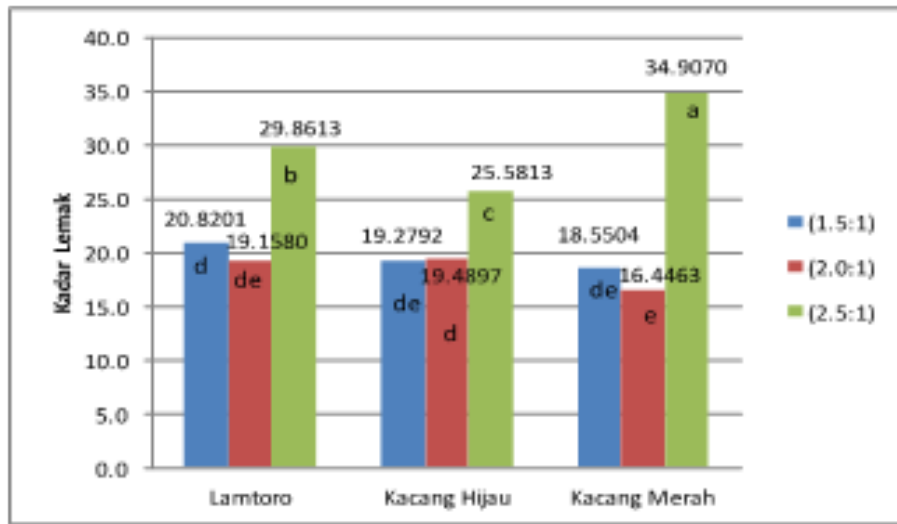
Kilara (1994) menyatakan bahwa asam amino polar memiliki sifat sebagai berikut: memiliki gugus R yang tidak bermuatan, dan bersifat hidrofilik, serta cenderung terdapat di bagian luar molekul protein. Sifat protein yang hidrofilik atau mampu menyerap air disebabkan oleh adanya rantai yang mempunyai gugus-gugus polar, seperti karbonil, hidroksil, amino, karboksil, dan sulfhidril, sehingga dapat membentuk ikatan hidrogen dengan air. Dengan jumlah dan tipe gugus-gugus polar yang berbeda maka kemampuan protein dalam menyerap air berbeda. Asam amino polar tertinggi terdapat pada biji lamtoro gung sedangkan kacang merah mengandung asam amino polar terendah.



Gambar 5.3. Kadar protein terlarut *non-dairy creamer*

Pada Gambar 5.3 menunjukkan bahwa *non-dairy creamer* dengan menggunakan konsentrat protein lamtoro gung dan kacang merah menunjukkan hasil protein terlarut yang lebih tinggi dibandingkan dengan *non-dairy creamer* yang menggunakan konsentrat protein kacang hijau.

Pada pembuatan *non-dairy creamer* menggunakan sumber lemak dari minyak nabati (minyak kelapa sawit) sebesar 20%. Kadar lemak *non-dairy creamer* berkisar 16.45%-34.91% (Gambar 5.4). Kadar lemak pada *non-dairy creamer* juga dipengaruhi oleh penambahan *sodium caseinate* sehingga terjadi peningkatan kadar lemak. Kadar lemak *sodium caseinate* sebesar 1,5% (Australian Dairy Goods 2008). Kadar lemak dari *non-dairy creamer* dipengaruhi oleh asam amino non-polar dari pekatan protein yang mampu mengikat lemak.

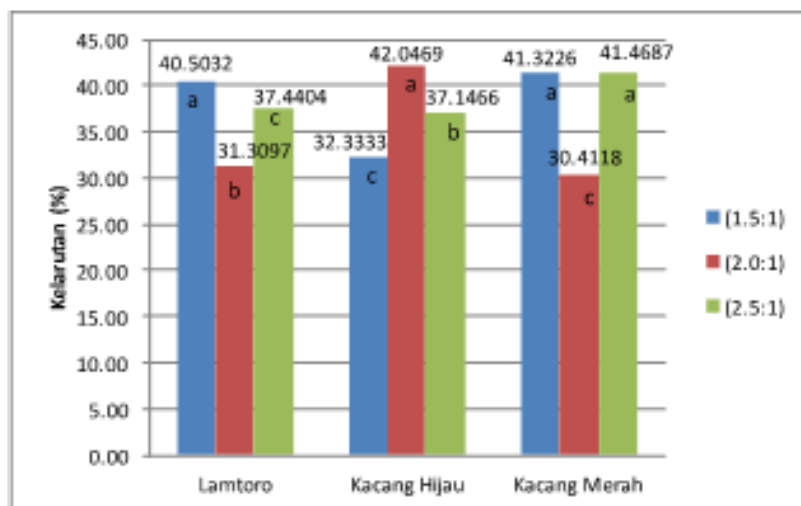


Gambar 5.4. Kadar lemak *non-dairy creamer* pada masing-masing jenis sumber protein.

Asam amino non-polar tertinggi terdapat pada biji lamtoro gung sedangkan kacang merah mengandung asam amino non-polar terendah. Pada produk *non-dairy creamer* menggunakan konsentrat protein lamtoro gung dan kacang hijau mengandung kadar lemak lebih tinggi dibandingkan *non-dairy creamer* dengan menggunakan konsentrat protein kacang merah.

Kelarutan *non-dairy creamer* berkisar 30,41% - 42,05%. Kelarutan *non-dairy creamer* dengan perbedaan jenis konsentrat protein kacang-kacangan terdapat pengaruh yang nyata. Kelarutan pada suatu bahan pangan dipengaruhi oleh kadar air pada produk.

Kelarutan berhubungan suhu pengeringan yang juga berdampak pada kadar air bahan, dimana suhu semakin rendah (kadar air tinggi) kelarutan cenderung semakin kecil.

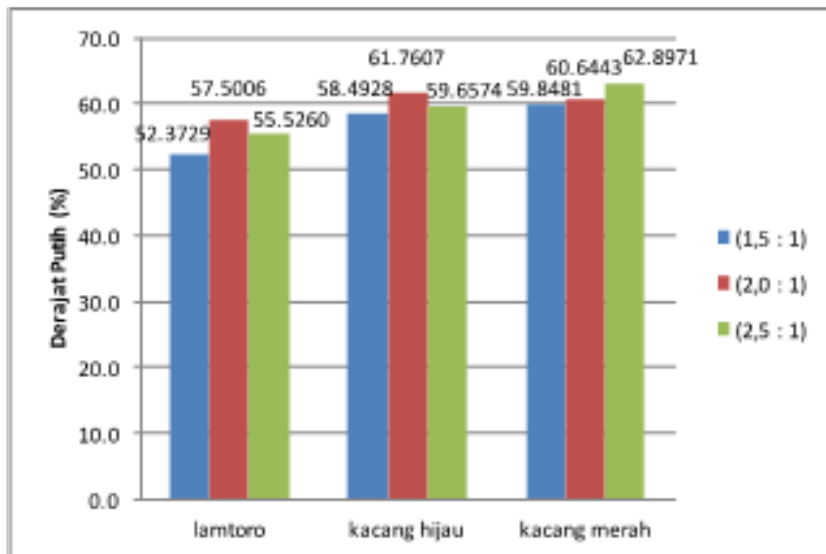


Gambar 5.5 Kelarutan non dairy creamer pada masing-masing jenis sumber protein.

Derajat Putih dan organoleptic non dairy creamer

Warna merupakan aspek penting yang perlu diperhatikan dalam produk makanan karena warna suatu produk merupakan salah satu parameter penerimaan konsumen.

Sistem notasi warna Hunter dikembangkan oleh Hunter pada tahun 1952. Sistem notasi Hunter dicirikan dengan 3 parameter warna, yaitu warna kromatik (*hue*) yang ditulis dengan notasi a^* , intensitas warna dengan notasi b^* , dan kecerahan dengan notasi L^* . Masing-masing nilai L^* , a^* dan b^* dengan kisaran nilai 0 sampai ± 100 . Notasi L^* menyatakan parameter kecerahan (*lightness*) dengan nilai L^* nilai 0 berarti hitam dan 100 berarti putih. Nilai L^* menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna akromatik putih, abu-abu dan hitam. Notasi a^* menyatakan warna kromatik campuran merah-hijau dengan nilai $+a^*$ (positif) dari 0 sampai +100 untuk warna merah dan nilai $-a^*$ (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau. Sedangkan notasi b^* menyatakan warna kromatik campuran biru-kuning dengan nilai $+b^*$ (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning dan nilai $-b^*$ (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru.



Gambar 5.6 Derajat putih *non-dairy creamer* variasi jenis sumber protein kacang-kacangan

Pada Gambar 5.6 menunjukkan bahwa hasil rata-rata derajat putih *non-dairy creamer* antara 52,37% – 62,89%. Derajat putih tertinggi didapat pada *non-dairy creamer* dengan konsentrat protein kacang merah yaitu sebesar 62,8971% sedangkan derajat putih terendah terdapat pada *non-dairy creamer* dengan konsentrat protein lamtoro gung yaitu sebesar 52,37%. Hal ini disebabkan bahan dasar dari konsentrat protein kacang merah yang berwarna putih cerah, untuk bahan dasar pekatan protein lamtoro gung berwarna kuning dan pekatan kacang hijau berwarna putih kehijauan. Selain itu, tingkat derajat putih pada *non-dairy creamer* juga dipengaruhi oleh penambahan *sodium caseinate* karena *sodium caseinate* berfungsi untuk memutihkan *non-dairy creamer* yang dihasilkan. Semakin tinggi proporsi *sodium caseinate* yang digunakan, maka akan semakin tinggi tingkat kecerahan produk yang dihasilkan.

Nilai Organoleptik *Non Dairy Creamer*

Pada uji terhadap rasa minuman kopi *non-dairy creamer* dengan *emulsifier nabati* dari kacang-kacangan, rasa yang dihasilkan dipengaruhi oleh konsentrasi penambahan *non-dairy creamer* ke dalam minuman kopi dan interaksi antara rasa *non-dairy creamer* dengan kopi yang dicampurkan

Tabel 5.1. Hasil Organoleptik terhadap tingkat kesukaan rasa

Konsentrat protein	Sodium caseinat	rasa	warna	kekentalan	Milk like taste
Lamtoro gung	1,5	108	108	100	111
	2,0	110,8	110,8	106	131,5
	2,5	124	124	119	133,5
Kacang hijau	1,5	114,5	114,5	87	134,5
	2,0	140	140	154,5	135
	2,5	115,5	115,5	129	109
Kacang merah	1,5	109,5	109,5	74	104
	2,0	119,5	119,5	144	125,5
	2,5	123	123	124	114

Keterangan: Semakin tinggi nilai maka semakin disukai

Pada Tabel 5.7 menunjukkan bahwa minuman kopi *non-dairy creamer* dengan tingkat kesukaan tertinggi pada minuman kopi *non-dairy creamer* dengan perlakuan konsentrat protein kacang hijau 1% dan *sodium caseinate* 2.0%. Penggunaan konsentrat protein kacang hijau 1% memberikan rasa yang paling disukai panelis. Kekentalan pada minuman kopi *non-dairy creamer* dipengaruhi oleh penambahan *sodium caseinate*. *Sodium caseinate* dalam proses pembuatan krim non-susu ini berperan dalam memberikan rasa susu (*milk-like taste*), disamping berfungsi memekatkan, memutihkan, dan aroma kaya krim (*cream-like flavor*). minuman kopi *non-dairy creamer* dengan konsentrat protein kacang merah 1% dan *sodium caseinate* 1.5% menunjukkan tingkat kesukaan terendah.

BAB 6

Potensi Lamtoro Gung Sebagai Bahan Farmasi

Lamtoro merupakan salah satu tanaman yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku untuk industri obat atau farmasi. Saat ini diketahui ada sekitar 9.600 spesies tanaman yang mengandung khasiat obat, namun baru sekitar 200 spesies yang telah dimanfaatkan sebagai bahan baku pada industri obat tradisional dan dari jumlah tersebut baru sekitar 4% spesies tanaman yang dibudidayakan. Lamtoro sebenarnya memiliki potensi besar untuk dijadikan sebagai bahan baku industri farmasi.

A. Zat Aktif dalam Lamtoro gung

Selain sebagai bahan pangan karena memiliki kandungan nutrisi yang baik lamtoro juga mengandung zat aktif yang berkhasiat sebagai obat. Glikosilasi sulfat bentuk dari polisakarida biji lamtoro dilaporkan memiliki pencegahan terhadap kanker yang signifikan dan anti-proliferasi. Senyawa mimosine, asam amino dari biji dilaporkan memiliki aktivitas antikanker dan menghambat pertumbuhan rambut.

Lamtoro gung telah banyak dipercaya sebagai obat depresan sistem saraf pusat, obat cacang dan kegiatan antidiabetes. Ekstrak metanol dari lamtoro juga memiliki beberapa kandungan senyawa yang bermanfaat sebagai obat. Hsing tan Li, *et al* (2012) telah berhasil mengisolasi beberapa senyawa dari ekstrak metanol lamtoro, yaitu antara lain:

1. Polyprenol: ficaprenol-11
2. Terpenoid: squalene dan lupeol;

3. Steroid: beta-sitostenon, 5 α , 8 α - epidioxy- (24 ξ) –ergosta-6,22-dien-3 β -ol, β -sitosterol, sitostenon β - dan stigmastenone;
4. Gliserida: 1, 3- dipalmitoil-2-oleoylglycerol;
5. Alkanoid: asam linoleat;
6. Benzenoids: trans-coumaric acid, cis-coumaric acid, dan asam methylparabene isovanillic dan
7. Klorofil: pheophytin-a, pheophorbide ester metil, metil-132-hidroksi (132-S) –pheophorbide-b, 132- ydroxy- (132-S) –pheophytin-dan aristophyll-C

Lupeol dan Peoporbide metil ester terbukti bertindak sebagai antioksidan dan sebagai penghambat enzim tirosinase (Hsing tang Li, dkk, 2012) yang berperan pada proses pencoklatan kulit.

Beberapa penelitian didapatkan efek ekstrak lamtoro terhadap penurunan kadar gula darah pada tikus, dan menemukan senyawa aktif yang berperan dalam efek glikemis tersebut adalah senyawa galaktomanan yang terkandung dalam biji lamtoro.

B. Lamtoro gung sebagai Antibakteri

Lamtoro telah digunakan sebagai obat tradisional untuk mempercepat penyembuhan luka oleh sebagian masyarakat. Proses penyembuhan luka diperlukan untuk segera memperbaiki struktur jaringan dapat kembali normal. Daun lamtoro dibubuhkan dan dioleskan di sekitar luka agar mempercepat proses penyembuhan luka. Para peneliti menduga bahwa lamtoro mengandung zat yang bertindak sebagai anti bakteri, sehingga dapat membantu mempercepat penyembuhan pada luka.

Aderibigbe S.A, dkk (2011) telah melakukan penelitian tentang Karakteristik farmasi minyak biji Lamtoro sebagai obat anti bakteri. Minyak biji lamtoro diperoleh dengan mengekstraksi bubuk biji kering tanaman lamtoro dengan maserasi dingin n-heksana. Minyak diuji terhadap empat bakteri yaitu *Staphylococcus aureus*, *Esherichia coli*, *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas aeruginosa* dan empat jamur yaitu *Aspergillus niger*, *Rhizopus stolon*, *Penicillum notatum* dan *Candida albicans*.

Ekstrak minyak biji lamtoro dibandingkan dengan *Gentasimin* dan *tioconazole*. *Gentamisin* dan *tioconazole* adalah obat referensi untuk masing-masing bakteri dan jamur tersebut. Minyak biji lamtoro tersebut kemudian diformulasikan sebagai lotion. Berdasarkan penelitian tersebut ditemukan bahwa ekstrak minyak biji lamtoro memiliki efek penghambatan yang signifikan terhadap kedua bakteri Gram-positif dan Gram-negatif, namun tidak menunjukkan aktivitas penghambatan yang signifikan terhadap jamur yang diuji. Berdasarkan penelitian tersebut minyak biji lamtoro menunjukkan hasil lebih baik dalam penghambatan bakteri dibandingkan dengan obat *tioconazole*.

C. Lamtoro gung sebagai Obat Antidiabetik

Diabetes meningkatkan risiko penyakit jantung dan stroke, lebih dari 50% orang dengan diabetes dan penyakit jantung telah meninggal. Jika pembuluh darah yang rusak dapat mengurangi aliran darah, dan ketika digabungkan dengan kerusakan saraf (neuropati) dikaki akan meningkatkan risiko bisul, infeksi dan akhirnya perlu amputasi anggota tubuh. *Diabetic retino pathy* merupakan penyebab penting dari kebutaan, dan terjadi sebagai akibat dari jangka panjang akumulasi kerusakan pada pembuluh darah kecil di retina. dan diabetes adalah salah satu penyebab utama ke gagal ginjal.

Salah satu tanaman yang digunakan sebagai pengobatan alternatif dan komplementer diabetes adalah biji lamtoro (*Leucaena leucocephala* (Imk) De Wit. Pada penelitian Syamsudin, dkk (2007), ekstrak metanol yang diekstraksi secara langsung pada dosis 1 g/kg BB diberikan secara oral pada mencit yang diinduksi dengan aloksan terbukti memiliki efek dalam menurunkan kadar glukosa darah lebih besar dibandingkan dengan ekstrak air, metanol, etilasetat dan n-heksana. Fraksinasi dari ekstrak metanol tersebut menghasilkan beberapa fraksi, yang salah satu fraksi mampu menurunkan kadar glukosa darah sebesar 44.7% pada mencit yang diinduksi dengan aloksan. Syamsudin, dkk (2010) dalam penelitiannya telah mengidentifikasi bahwa senyawa bioaktif fraksi dari ekstrak metanol tersebut yang telah diisolasi dan identifikasi dari ekstrak metanol biji petai cina yang memiliki efek hipoglikemik pada mencit adalah senyawa galaktomanan.

D. Lamtoro gung sebagai Obat Kanker

Polisakarida Galaktomanan

Galaktomannan adalah polisakarida yang terdiri dari rantai mannosida dan galaktosa. Galactomannans sering digunakan dalam produk makanan untuk meningkatkan viskositas fase air. Dalam medis, galaktomannan direkomendasikan sebagai salah satu obat untuk mengatasi hiperlipidemia atau lebih dikenal dengan kadar lemak darah tinggi. Galaktomannan efektif menangkap lemak dan mengubahnya menjadi gumpalan-gumpalan dan keluar bersama feses.

Galaktomannan mampu menurunkan serum total kolesterol dan *Low Density Lipoprotein (LDL)* kolesterol 10 – 15%. Sedangkan kadar high density lipoprotein (HDL) dan trigliserida tidak berubah. Galaktomanan dapat mengurangi 54% kadar gula pada urin penderita diabetes dengan menghidrolisis enzim amilase untuk memperlambat penyerapan gula. Selain itu, galaktomannan juga menurunkan respon insulin terhadap makanan dan memperlambat penyerapan karbohidrat, sehingga kadar glukosa darah tetap dalam keadaan normal. Sehingga galaktomannan juga berkhasiat bagi para penderita diabetes.

Poliprenol

Cung Yi Chen, *et al* (2010) telah berhasil mengisolasi senyawa *poliprenol* dalam lamtoro yaitu *ficaprenol-11*. Polyprenols adalah rantai panjang alcohol isoprenoid alami dari H-rumus umum $(C_5H_8)_n-OH$ dimana n adalah jumlah unit isoprena. Setiap prenol dengan lebih dari 4 unit isoprene adalah polyprenola. Polyprenols memainkan fungsi penting yang bertindak sebagai bioregulators alami dan ditemukan dalam jumlah kecil di berbagai jaringan tanaman.

Dolichols adalah turunan dari polyprenols dengan unit isoprena jenuh. Melalui dolichols, siklus fosfat dolichol terjadi. Siklus dolichol fosfat memainkan peran utama dalam sintesis glikoprotein.

Semua protein dari sekresi, membran dan glikoprotein intraseluler membentuk dasar untuk membangun reseptor membran yang digunakan dalam produksi insulin, adrenalin, estrogen, testosteron dan hormon dan enzim lainnya. Di duga, dolichols memiliki peran penting dalam pemeliharaan komposisi lipid yang benar. Penurunan kadar dolichols dapat menyebabkan rematik akut dan kondisi imuno defisiensi lainnya. Siklus dolichol fosfat memfasilitasi proses membran glikosilasi seluler, yaitu sintesis glikoprotein yang mengontrol interaksi sel, mendukung sistem kekebalan tubuh dan stabilisasi molekul protein. Dari semua glikoprotein ini, polyglycoprotein memiliki kapasitas untuk membunuh sel-sel kanker selama kemoterapi sementara melindungi sel-sel sehat dalam tubuh. Aktivitas farmakologi dari polyprenols berlangsung di hati di mana mereka dimetabolisme menjadi dolichols.

Polyprenols merangsang sistem kekebalan tubuh, reparasi seluler dan spermatogenesis, dan memiliki antistress, adaptogenik, aktivitas antiulcerogenic dan penyembuhan luka. Dolichols memiliki aktivitas antioksidan dan melindungi membran sel dari peroksidasi. Percobaan pada tikus telah menunjukkan bahwa polyprenols memiliki aktiivitas sebagai antivirus, khususnya terhadap virus influenza.

Mimosin dalam Lamtoro

Mimosin meskipun mengandung toxic atau racun namun apabila digunakan dalam kadar rendah dapat bekhasiat sebagai obat. Mimosin termasuk dalam golongan alkaloid yaitu zat kimia yang mengandung beberapa zat aktif seperticarbon, nitrogen, oksigen, sulfur, dan hidrogen. Zat ini memiliki efek antiproliferatif dan apoptosis, sebagaimana senyawa kimia yang terdapat dalam kemoterapi. Tabel berikut menunjukkan besar kandungan mimosin dalam lamtoro

Tabel 6.1. Kandungan Protein dan Mimosin Lamtoro (% db)

Kandungan	Daun Lamtoro (%)	Biji Lamtoro(%)
Protein	26,14	33,44
Mimosine	2,13	3,34

Sumber: teur meulen (1982)

Lupeol dan Pheophorbide a metil ester

Lupeol adalah senyawa triterpenoid pentasiklik yang memiliki aktivitas farmakologi, yaitu antara lain : antiprotozoal, antimikroba, anti inflamasi, anti tumor, dan agen kemopreventif. Mekanisme aksi lupeol sebagai anti inflamasi adalah dengan menurunkan produksi IL-4 (interleukin 4) oleh sel T-helper tipe 2.

BAB 7

Lamtoro Gung Sebagai Antioksidan

Tumbuhan umumnya mengandung senyawa aktif dalam bentuk metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, terpenoid, tanin dan lain – lain. Senyawa aktif dalam biji lamtoro diantaranya polifenol, flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan vitamin C. Senyawa – senyawa tersebut merupakan senyawa aktif yang memiliki aktivitas biologis sebagai antioksidan.

Antioksidan adalah zat yang dapat mencegah terjadinya proses oksidasi yang disebabkan oleh radikal bebas. Senyawa antioksidan memiliki peran yang sangat penting dalam kesehatan. Berbagai bukti ilmiah menunjukkan bahwa senyawa antioksidan mengurangi resiko berbagai penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung koroner. Senyawa antioksidan memiliki fungsi untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan dan memperpanjang masa simpan dalam industri makanan.

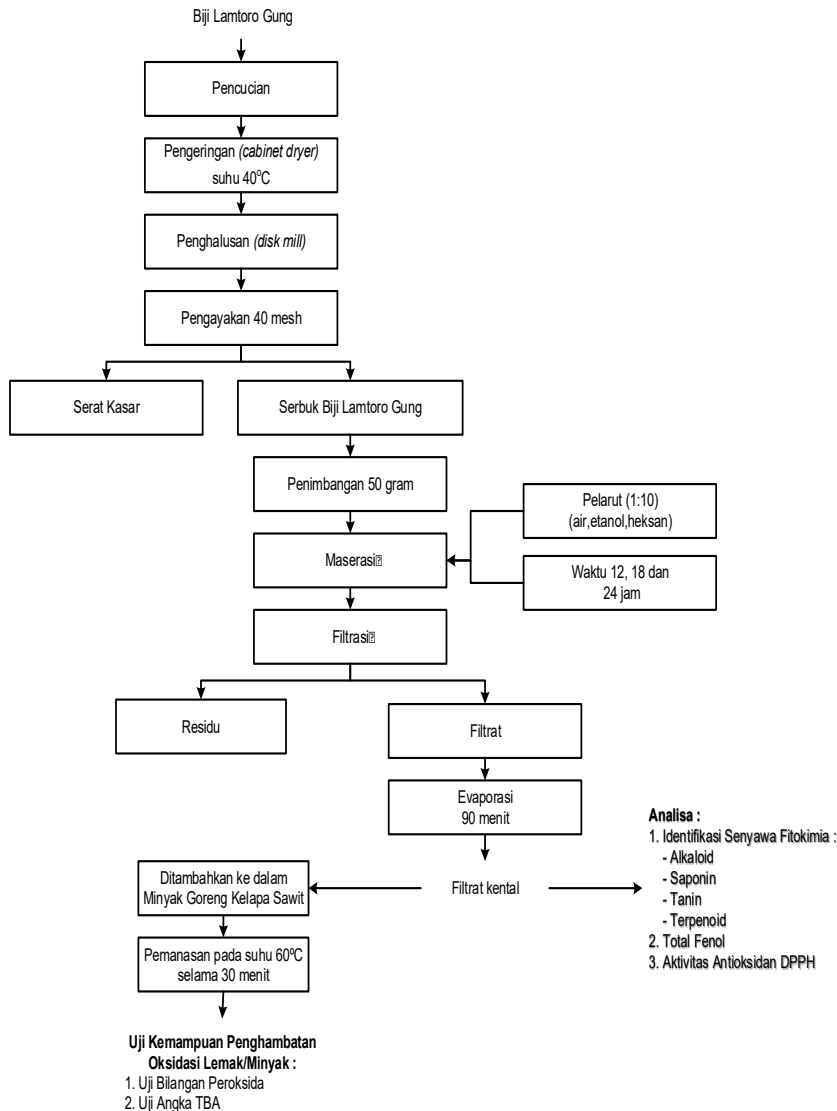
Untuk mengetahui adanya senyawa aktif yang terkandung di dalam biji lamtoro gung perlu dilakukan pemisahan, salah satu cara dengan ekstraksi. Ekstraksi merupakan salah satu cara pemisahan yang paling banyak digunakan untuk menarik atau memisahkan komponen bioaktif dari suatu bahan baku. Ekstraksi dapat diartikan sebagai suatu proses penarikan komponen yang diinginkan dari suatu bahan dengan menggunakan pelarut yang dipilih sehingga komponen yang diinginkan dapat larut. Salah satu teknik ekstraksi menggunakan pelarut adalah maserasi. Maserasi merupakan suatu metode ekstraksi dengan cara merendam sampel menggunakan pelarut dengan atau tanpa pengadukan. Kelebihan metode maserasi diantaranya relatif sederhana, tidak memerlukan alat-alat

yang rumit, relatif mudah, murah, dan dapat menghindari rusaknya komponen senyawa akibat panas sedangkan kelemahan dari metode ini yakni waktu yang diperlukan relatif lama.

Proses ekstraksi dipengaruhi oleh lama ekstraksi dan jenis pelarut yang digunakan. Semakin lama waktu yang digunakan dan semakin dekat tingkat kepolaran pelarut dengan komponen yang diekstrak, maka semakin sempurna proses ekstraksi. Semakin lama waktu ekstraksi, kesempatan untuk bersentuhan antara solute dengan solvent semakin besar sehingga hasil ekstraksi semakin bertambah banyak.

A. Komponen bioaktif ekstrak Lamtoro gung

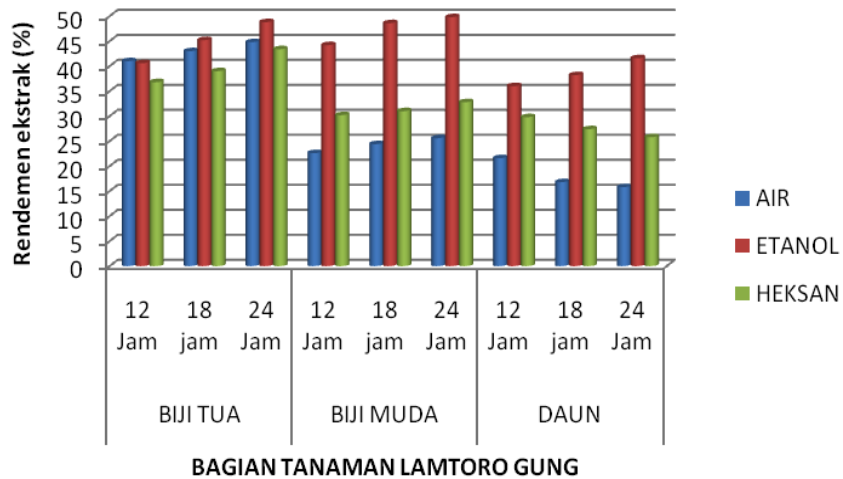
Serbuk biji dan daun lamtoro gung ditimbang sebanyak 50 gr kemudian dilakukan maserasi menggunakan pelarut air, etanol dan heksan masing- masing 1:10 (b/v) selama 12 jam, 18 jam dan 24 jam. Hasil maserasi disaring menggunakan kertas saring hingga diperoleh filtrat dan residu. Selanjutnya filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* selama 90 menit dengan suhu berdasarkan titik didih pelarut : air 100°C, etanol 78°C dan heksan 69°C Ekstrak yang diperoleh ditempatkan pada botol vial untuk kemudian dilakukan pengujian identifikasi senyawa fitokimia (Gambar 6.1).



Gambar 6.1. Skema ekstraksi komponen biaktif lamtoro gung

Ekstrak biji dan daun lamtoro gung yang diperoleh dari ketiga jenis pelarut mengandung senyawa fitokimia berupa senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid. Hasil uji kualitatif menunjukkan bahwa jenis pelarut dan lama maserasi mempengaruhi intensitas senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid yang terdapat dalam ekstrak biji lamtoro gung. Hal ini dikarenakan proses ekstraksi dengan pelarut yang memiliki kepolaran yang berbeda akan mengekstrak senyawa yang berbeda pula karena senyawa – senyawa tersebut memiliki polaritas yang berbeda.

Pada prinsipnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya. Senyawa polar lebih mudah larut dalam pelarut polar dan senyawa non polar lebih mudah larut dalam pelarut non polar. Hasil pengujian senyawa fitokimia ketiga ekstrak biji lamtoro gung pada tiga waktu lama maserasi disajikan dalam Tabel 6.1.



Gambar 6.2 Rendemen hasil ekstraksi lamtoro gung

Tabel 4.2. Hasil Skrining Identifikasi Senyawa Fitokimia

Bahan	Pelarut	Waktu	Identifikasi Senyawa			
			Saponin	Tanin	Terpenoid	Alkaloid
Biji Tua	Air	12	+++	+++	+++	+++
		18	+++	+++	+++	+++
		24	+++	+++	+++	+++
	Etanol	12	++	-	+++	+++
		18	++	-	+++	+++
		24	++	-	+++	+++
	Heksan	12	+	-	+++	-
		18	+	-	+++	-
		24	+	-	+++	-

Bahan	Pelarut	Waktu	Identifikasi Senyawa			
			Saponin	Tanin	Terpenoid	Alkaloid
Biji Muda	Air	12	+++	+++	+++	++
		18	+++	+++	+++	++
		24	+++	+++	+++	++
	Etanol	12	++	+++	+++	+++
		18	++	-	+++	+++
		24	++	-	+++	+++
	Heksan	12	+	+	+++	-
		18	+	-	+++	-
		24	+	-	+++	-
Daun	Air	12	-	+++	-	+
		28	-	+++	-	+
		24	-	+++	-	+
	Etanol	12	-	-	++	+++
		18	-	++	++	+++
		24	-	++	++	+++
	Heksan	12	-	-	++	-
		18	-	-	++	-
		24	-	-	++	-

Keterangan :

- (-) = Negatif
- (+) = Positif lemah
- (++) = Positif
- (+++)= Positif Kuat

Pada Tabel di atas merupakan hasil identifikasi secara kualitatif. Hasil uji dengan KLT (khromatografi lapis tipis) pada ekstrak lamtoro gung teridentifikasi senyawa golongan flavonoid, polifenol dan saponin.

Hasil uji kualitatif menunjukkan bahwa jenis pelarut dan lama maserasi mempengaruhi kandungan senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid yang terdapat dalam ekstrak biji lamtoro gung. Hal ini dikarenakan senyawa – senyawa tersebut memiliki polaritas yang berbeda. Pada prinsipnya suatu bahan akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya. Senyawa polar lebih mudah larut dalam pelarut polar dan senyawa non polar lebih mudah larut dalam pelarut non polar. Derajat polaritas tersebut tergantung pada ketetapan dielektriknya.

Pelarut air merupakan pelarut polar. Senyawa polar merupakan senyawa yang mempunyai momen dipol lebih besar daripada nol. Harga tetapan dielektrik dari air adalah 78,3. Makin besar tetapan dielektrik makin polar pelarut tersebut. Penggunaan pelarut air dalam ekstraksi biji lamtoro gung agar dapat menarik senyawa kimia yang bersifat polar.

Pelarut etanol merupakan pelarut semipolar yang memiliki tingkat kepolaran yang lebih rendah dibandingkan dengan pelarut polar. Pelarut ini baik untuk mendapatkan senyawa-senyawa yang bersifat semi polar dari tumbuhan. Pelarut etanol dapat dikatakan senyawa polar dan juga senyawa nonpolar. Gugus hidroksil (-OH) yang dimiliki oleh etanol adalah gugus yang sangat polar karena elektronegatif dari oksigen tinggi yang memungkinkan ikatan hidrogen bertukar tempat dengan molekul lain, sehingga etanol dapat melarutkan senyawa polar. Disisi lain gugus etil (C₂H₅) yang dimiliki etanol merupakan senyawa nonpolar, sehingga etanol juga dapat melarutkan senyawa non polar.

Pelarut heksan merupakan pelarut non polar. Penggunaan pelarut heksan dalam ekstraksi biji lamtoro gung agar dapat menarik senyawa kimia yang bersifat nonpolar.

Pada pelarut air, teridentifikasi adanya senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid. Kandungan senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid tertinggi terdapat pada lama maserasi 24 jam yang teridentifikasi positif kuat, diikuti oleh lama maserasi 12 jam yang teridentifikasi positif dan pada lama maserasi 12 jam teridentifikasi positif lemah. Adanya perbedaan kandungan senyawa pada masing – masing lama maserasi dikarenakan pengaruh waktu operasi pada saat ekstraksi. Semakin lama proses ekstraksi, senyawa – senyawa dalam biji lamtoro gung yang dapat terekstrak juga semakin besar, karena semakin lama proses ekstraksi maka kontak antara solvent dan solute akan semakin lama sehingga proses pelarutan oleh solvent akan terus terjadi sampai solvent jenuh terhadap solute.

Saponin adalah senyawa yang cenderung polar sehingga ekstraksi dengan pelarut polar seperti air, akan mengekstrak saponin secara optimal. Hal ini diduga karena besarnya konstanta dielektrik dari air sebesar 80.40 sehingga pelarut air dapat mengekstrak senyawa saponin dengan optimal. Semakin besar tetapan dielektrik makin polar pelarut tersebut. Keberadaan saponin ditandai dengan terbentuknya busa yang stabil di dalam larutan setelah dilakukan pengocokan.

Senyawa tanin juga dapat terekstrak oleh pelarut air. tanin merupakan senyawa fenolik yang cenderung larut dalam air dan pelarut polar. Senyawa terpenoid dan alkaloid juga dapat terekstraksi oleh pelarut air. Terpenoid merupakan senyawa yang dapat saja mengandung gugus fungsi hidroksil, aldehyd, dan keton. Terpenoid terdiri atas beberapa macam senyawa, mulai dari komponen minyak atsiri, triterpenoid dan sterol serta pigmen karotenoid. Terpenoid dapat terekstrak oleh pelarut air karena terpenoid mempunyai bagian polar dan non polar. Senyawa alkaloid senyawa yang bersifat basa

(Harborne 1987). Dalam bentuk bebas alkaloida merupakan basa lemah mudah larut dalam pelarut organik. Senyawa-senyawa golongan alkaloid misalnya *caffeine*, *theobromine* dan *theophylline* (Sirait, 2007). Alkaloid diketahui dapat larut dalam air, alkohol, aseton, klorofom serta sedikit larut dalam eter, benzen dan petroleum eter.

Pada pelarut etanol teridentifikasi adanya senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid. Kandungan senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid tertinggi terdapat pada lama maserasi 24 jam yang teridentifikasi positif kuat, diikuti oleh lama maserasi 12 jam yang teridentifikasi positif dan pada lama maserasi 12 jam teridentifikasi positif lemah. Adanya perbedaan kandungan senyawa pada masing – masing lama maserasi dikarenakan pengaruh waktu operasi pada saat ekstraksi. Semakin lama proses ekstraksi, senyawa – senyawa dalam biji lamtoro gung yang dapat terekstrak juga semakin besar, karena semakin lama proses ekstraksi maka kontak antara solvent dan solute akan semakin lama sehingga proses pelarutan oleh solvent akan terus terjadi sampai solvent jenuh terhadap solute.

Senyawa saponin dan tanin teridentifikasi positif lemah pada pelarut heksan dengan lama maserasi 24 jam namun teridentifikasi negatif pada lama maserasi 12 jam dan 18 jam sehingga pelarut heksan merupakan pelarut yang tidak efektif dalam mengekstrak senyawa saponin dan tanin karena kedua senyawa tersebut merupakan senyawa yang cenderung larut dalam pelarut polar. Sedangkan senyawa terpenoid dan alkaloid dapat teridentifikasi pada ketiga jenis pelarut yakni air, etanol dan heksan pada ketiga waktu maserasi baik 12 jam, 18 jam maupun 24 jam, hal ini dikarenakan senyawa tersebut memiliki bagian polar dan nonpolar sehingga pelarut air, etanol dan heksan dapat melarutkan senyawa alkaoid dan terpenoid dengan efektif.

B. Total Fenol

Total fenol pada biji lamtoro gung berkisar antara 139.16 – 456.38 (mg/L). Pada penggunaan pelarut air dengan lama maserasi 24 jam menghasilkan total fenol biji lamtoro gung yang tertinggi yaitu sebesar 456.38 (mg/L), sedangkan dengan pelarut heksan pada lama maserasi 12 jam menghasilkan total fenol biji lamtoro gung yang terendah yaitu sebesar 139.16 (mg/L). peningkatan jumlah total fenol ekstrak biji lamtoro gung, seiring dengan semakin lama waktu maserasi yang dilakukan. Semakin lama waktu maserasi maka senyawa fenol yang terekstrak semakin meningkat. Semakin lama waktu maserasi maka semakin lama terjadi interaksi antara solute dengan solvent sehingga banyak senyawa fenol yang terekstrak. Kadar fenol pada semua bagian tanaman dengan solven dan lama maserasinya dapat dilihat pada Tabel di bawah ini:

Tabel 6.2 Total fenol biji lamtoro gung

Jenis Pelarut	Lama Maserasi	Total Fenol (mg/L)
Air	12 jam	238.68 ± 1.11 ^f
	18 jam	372.09 ± 5.1 ^h
	24 jam	456.38 ± 2.14 ⁱ
Etanol	12 jam	143.09 ± 0.83 ^b
	18 jam	177.23 ± 1.68 ^d
	24 jam	233.96 ± 1.86 ^e
Heksan	12 jam	139.16 ± 1.19 ^a
	18 jam	168.30 ± 0.91 ^c
	24 jam	239.73 ± 1.85 ^g

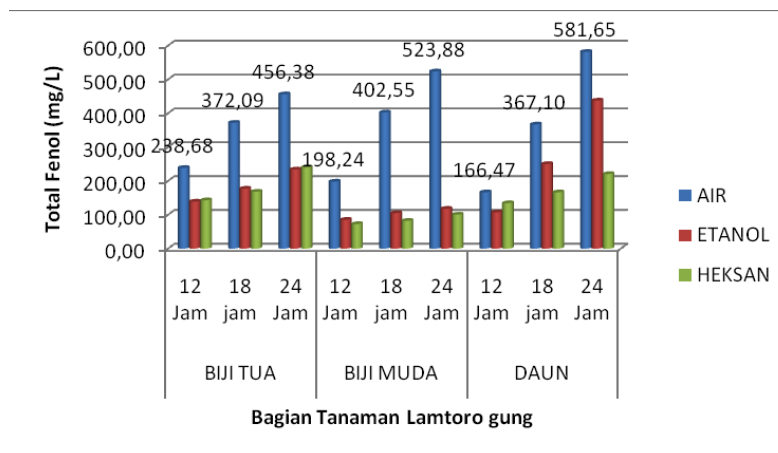
Keterangan : Nilai yang disertai dengan huruf beda berarti berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Tabel 6.3 Total Fenol ekstrak Lamtoro Gung pada lama maserasi 24 jam

Bagian Tanaman	Jenis pelarut	Total Fenol (mg/L)
Biji Tua	Air	306.03 ± 0.74i
	etanol	292.14 ± 1.85f
	heksan	297.37 ± 1.87g
Biji Muda	air	260.69 ± 0.37c
	etanol	228.20 ± 1.11b
	heksan	221.91 ± 1.11d
Daun	air	303.93 ± 0.74h
	etanol	287.99 ± 1.04e
	heksan	278.25 ± 1.48d

Keterangan : Nilai yang berbeda menunjukkan perbedaanyang nyata pada $p \leq 0,05$

Kadar total fenol dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan sesuai dengan tingkat kepolarannya. Senyawa yang terekstrak dalam etanol bersifat semipolar dengan polaritas yang lebih rendah dibandingkan air. Senyawa fenol yang terdapat dalam ekstrak biji lamtoro gung terdiri dari berbagai jenis dengan kisaran polaritas yang luas karena dapat larut dalam air (polar) dan etanol (semipolar). Proses ekstraksi suatu senyawa kimia berlaku hukum *like dissolves like* dimana pelarut polar akan melarutkan senyawa polar dan pelarut non polar akan melarutkan senyawa non polar.



Gambar 6.3 Total fenol dari beberapa bagian tanaman lamtoro gung

Pada saat proses ekstraksi, terjadi peristiwa difusi pelarut ke dalam sel bahan. Pelarut yang masuk ke dalam sel bahan akan melarutkan senyawa bila kelarutan senyawa yang diekstrak sama dengan pelarut. Proses pengekstraksian komponen kimia dalam sel tanaman yaitu, pelarut yang telah ditentukan akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif (misal fenol). Zat aktif ini akan larut dalam pelarut karena kesamaan polaritas dan hal ini akan menyebabkan larutannya menjadi pekat.

Senyawa fenol cenderung mudah larut dalam air karena umumnya berikatan dengan gula sebagai glikosida. Senyawa fenol dan turunannya memiliki sifat cenderung larut dalam air. Penggunaan air dan etanol sebagai pelarut membuat senyawa fenolik dalam biji lamtoro gung terekstraksi, karena kedua pelarut dapat melarutkan senyawa yang bersifat polar maupun semi polar.

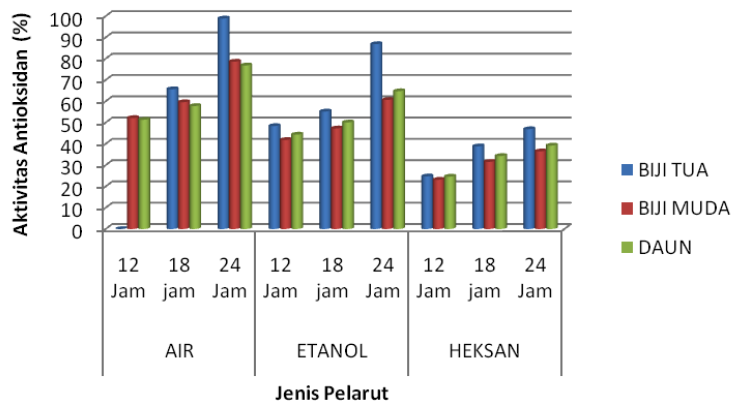
C. Aktivitas antioksidan ekstrak Lamtoro gung

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang dapat memperlambat atau mencegah proses oksidasi. Penambahan antioksidan primer dengan konsentrasi rendah pada lipida dapat menghambat atau mencegah autooksidasi lemak dan minyak. Penambahan tersebut dapat menghalangi reaksi oksidasi pada tahap inisiasi dan propagasi. Radikal-radikal antioksidan (A^*) yang terbentuk pada reaksi tersebut relatif stabil dan tidak mempunyai cukup energi untuk dapat bereaksi dengan molekul lipida lain membentuk radikal lipid baru. Radikal-radikal antioksidan dapat saling bereaksi membentuk produk non radikal Antioksidan.

Aktivitas antioksidan biji tua lamtoro gung berkisar antara 43.14% - 98.87% (Tabel 6.4.). Pada pelarut air dengan lama maserasi 24 jam menghasilkan aktivitas antioksidan biji lamtoro gung yang tertinggi yaitu sebesar 98.87%, sedangkan pada pelarut heksan dengan lama maserasi 12 jam menghasilkan aktivitas antioksidan biji lamtoro gung yang terendah yaitu sebesar 43.14%. Aktivitas antioksidan *ekstrak biji lamtoro gung* dapat dilihat pada Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Aktivitas antioksidan biji tua lamtoro gung

Pelarut	Lama Maserasi	Aktivitas Antioksidan (%)
Air	12 jam	53.30 ± 0.40 ^c
	18 jam	78.20 ± 0.30 ^f
	24 jam	98.87 ± 0.55 ⁱ
Etanol	12 jam	48.37 ± 0.34 ^b
	18 jam	66.12 ± 0.23 ^e
	24 jam	86.86 ± 0.65 ^h
Heksan	12 jam	43.14 ± 0.34 ^a
	18 jam	63.10 ± 0.25 ^d
	24 jam	81.17 ± 0.33 ^g



Gambar 6.4 Aktivitas antioksidan lamtoro gung dengan metode DPPH

Pada Gambar 6.4. menunjukkan bahwa terjadi peningkatan jumlah aktivitas antioksidan ekstrak biji lamtoro gung, seiring dengan semakin lama waktu ekstraksi. Semakin lama waktu ekstraksi yang dilakukan maka semakin besar senyawa antioksidan yang dihasilkan, karena pengaruh waktu operasi pada saat ekstraksi adalah semakin lama proses ekstraksi, senyawa antioksidan yang terekstrak juga semakin besar, karena semakin lama proses ekstraksi maka kontak antara solvent dan solute akan

semakin lama sehingga proses pelarutan antioksidan oleh solvent akan terus terjadi sampai solvent jatuh terhadap solut.

Suatu bahan dikatakan aktif sebagai peredam radikal bebas jika memiliki persentase peredaman lebih besar atau sama dengan 50%. Oleh karena itu, ketiga fraksi ekstrak biji lamtoro gung dikatakan aktif sebagai peredam radikal bebas, tetapi fraksi air merupakan fraksi yang paling aktif. Pada fraksi air aktivitas antioksidan dapat dikatakan yang paling aktif karena semua ekstrak baik dengan lama maserasi 12 jam, 18 jam, maupun 24 jam memiliki persentase peredaman di atas 50%. Pada fraksi etanol dan heksan dengan lama maserasi 18 dan 24 jam memiliki persentase peredaman di atas 50% sedangkan lama maserasi 12 jam pada kedua fraksi tersebut memiliki persentase peredaman di bawah 50% sehingga aktivitas antioksidan ekstrak etanol dan heksan dengan lama maserasi 12 jam dapat dikatakan lemah karena di bawah 50%. Kontrol positif menggunakan vitamin E dan mempunyai nilai aktivitas antioksidan dengan DPPH sebesar 96.44%. Ekstrak biji tua dengan solven air dan lama maserasi menghasilkan aktivitas antioksidan (98,87%) yang lebih besar dari vitamin E

Hasil pengukuran aktivitas antioksidan metoda aktivitas penghambatan radikal DPPH menunjukkan bahwa ekstrak air memiliki kemampuan penghambatan terhadap radikal bebas DPPH paling tinggi dibanding ekstrak etanol dan heksan. Secara umum, ekstrak dengan kandungan fenolik yang tinggi menunjukkan aktivitas penghambatan radikal bebas yang tinggi pula. Kemampuan penghambatan radikal bebas dari masing-masing ekstrak berhubungan dengan konsentrasi senyawa fenolik. Hal ini terlihat pada ekstrak air yang mengandung kadar total fenolik tertinggi juga memiliki aktivitas penghambatan radikal bebas yang tertinggi diikuti ekstrak etanol dan heksan.

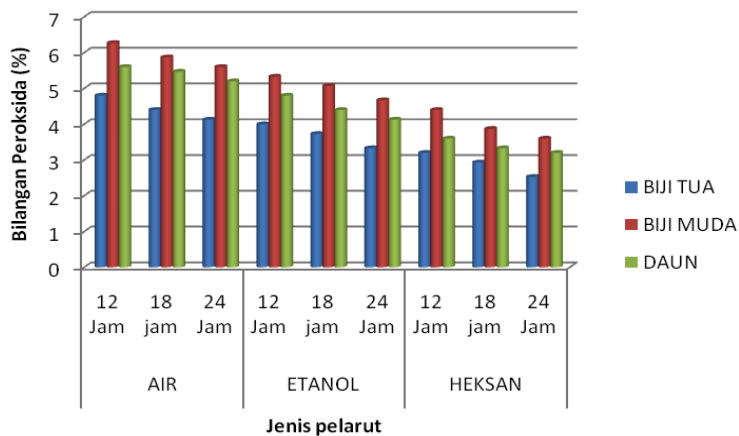
Kemampuan peredaman radikal DPPH pada ekstrak biji lamtoro gung terkait dengan senyawa aktif yang terkandung di dalamnya yaitu saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid yang merupakan senyawa bioaktif dan berfungsi sebagai antioksidan. Antioksidan merupakan zat yang dapat mencegah terjadinya proses oksidasi yang disebabkan oleh radikal bebas. Adanya senyawa – senyawa aktif tersebut yang merupakan golongan senyawa fenolik diduga mampu bertindak sebagai senyawa antioksidan melalui mekanisme penangkapan radikal bebas (*radical scavenging*) dengan cara menyumbangkan satu elektron kepada elektron yang tidak berpasangan dalam radikal bebas sehingga banyaknya radikal bebas menjadi berkurang.

Radikal bebas adalah sebuah molekul yang memiliki satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan pada orbital kulit terluarnya. Sifat radikal bebas yang sangat labil dan elektron yang tidak berpasangan dapat dianggap sebagai perebut elektron dari molekul lain yang terdapat di sekitarnya maupun yang berjarak jauh untuk memenuhi keganjilan elektronnya.

Senyawa antioksidan memiliki peran yang sangat penting dalam kesehatan. Berbagai bukti ilmiah menunjukkan bahwa senyawa antioksidan mengurangi resiko

terhadap penyakit kronis seperti kanker dan penyakit jantung koroner. Fungsi antioksidan juga sebagai upaya untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi dari lemak dan minyak. Dengan demikian ekstrak biji lamtoro gung (*leucaena leucepala*) dapat dikatakan memiliki aktivitas antioksidan alami yang kuat dalam meredam radikal bebas, sehingga dapat bermanfaat untuk ditambahkan pada lemak sehingga dengan adanya penambahan antioksidan tersebut dapat menghambat atau mencegah autooksidasi lemak dan minyak.

Pada Tabel 6.5. menunjukkan bahwa ekstrak heksan memiliki kemampuan penghambatan oksidasi yang paling tinggi diikuti dengan ekstraksi pelarut etanol dan yang terendah ekstrak dengan pelarut air, hal ini dapat dilihat dari rendahnya bilangan peroksida pada ekstrak heksan yang diikuti oleh ekstrak etanol dan kemudian ekstrak air.



Gambar 6.5 Bilangan Peroksida ekstrak lamtoro gung

Tabel 6.5 Nilai penghambatan peroksida ekstrak biji lamtoro gung

Pelarut	Bilangan Peroksida (meq/kg bahan)
Air	4.44 ± 1.007 ^c
Etanol	3.68 ± 1.007 ^b
Heksan	2.98 ± 1.007 ^a

Keterangan : Nilai disertai dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan yang cukup signifikan pada bilangan peroksida minyak goreng kelapa sawit yang tidak ditambahkan antioksidan (kontrol negatif, nilai peroksida 6.4) dengan minyak goreng kelapa sawit yang

ditambahkan vitamin E 200 ppm (kontrol positif, nilai peroksida 3.8) dan ekstrak biji lamtoro gung. Vitamin E digunakan sebagai pembanding dalam menentukan angka peroksida mengingat vitamin E telah banyak dimanfaatkan untuk menghambat laju oksidasi lemak pada makanan.

Jumlah angka peroksida merupakan indikator dan parameter ketengikan minyak. Hal ini berkaitan dengan kandungan senyawa yang terdapat pada ekstrak biji lamtoro gung yang dapat menghambat laju oksidasi. Kemampuan menghambat laju oksidasi dapat digunakan sebagai indikator awal adanya kemungkinan ekstrak tersebut sebagai antioksidan. Ekstrak biji lamtoro gung yang mengandung senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid, bersifat sebagai antioksidan yaitu dapat berfungsi sebagai penghambat terjadinya oksidasi pada minyak goreng kelapa sawit, selain itu juga diduga terdapat adanya komponen lain yang bersifat sebagai antioksidan, yaitu kandungan vitamin yang dapat berfungsi sebagai antiradikal bebas serta adanya senyawa flavonoid yang merupakan senyawa fenolik yang terkandung di dalam biji lamtoro gung. Dalimartha (2008) juga menyatakan bahwa Lamtoro gung mengandung zat aktif berupa alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, mimosin, leukanin, protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, vitamin B dan vitamin C.

Pada kontrol memiliki angka peroksida yang tinggi karena tidak ada penambahan ekstrak biji lamtoro gung sehingga mengakibatkan laju oksidasi cepat terjadi. Untuk itu minyak yang dihasilkan memiliki bau tengik. Hal tersebut disebabkan oleh pembentukan senyawa-senyawa hasil pemecahan hidroperoksida. Kemudian radikal ini dengan oksigen membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hidroperoksida yang bersifat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek. Senyawa-senyawa dengan rantai C lebih pendek ini adalah asam-asam lemak, aldehid-aldehid dan keton yang bersifat volatil dan menimbulkan bau tengik pada minyak atau lemak. Kerusakan pada minyak goreng kelapa sawit dapat terjadi karena kontak antara minyak dengan oksigen maupun uap air. Kontak antara minyak goreng dengan oksigen menyebabkan oksidasi, sedangkan kontak antara minyak goreng dengan uap air menyebabkan terjadinya reaksi hidrolisis sehingga menimbulkan rasa dan bau tengik pada minyak. Pada minyak tanpa penambahan antioksidan akan terjadi proses oksidasi lebih cepat dibandingkan dengan minyak yang diberi antioksidan, sehingga terbentuk senyawa peroksida yang lebih banyak. Minyak tanpa antioksidan terjadi pengurangan ikatan rangkap asam lemak jenuh dan lemak yang teroksidasi, sehingga menyebabkan bilangan peroksidasi yang tinggi sedangkan pemberian antioksidan dapat menghambat proses oksidasi selama penyimpanan sehingga tidak terjadi perombakan minyak.

Penambahan antioksidan primer dengan konsentrasi rendah pada lipida dapat menghambat atau mencegah autooksidasi lemak dan minyak. Penambahan tersebut dapat menghalangi reaksi oksidasi pada tahap inisiasi dan propagasi. Radikal-radikal antioksidan (A^*) yang terbentuk pada reaksi tersebut relatif stabil dan tidak mempunyai

cukup energi untuk dapat bereaksi dengan molekul lipida lain membentuk radikal lipid baru. Radikal-radikal antioksidan dapat saling bereaksi membentuk produk non radikal

Minyak goreng kelapa sawit yang ditambahkan ekstrak biji lamtoro gung menunjukkan bahwa terjadi penurunan angka peroksida disebabkan oleh senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid sebagai antioksidan yang dapat berfungsi untuk menghambat serta menekan terjadinya oksidasi. Antioksidan ekstrak heksan biji lamtoro gung menunjukkan kemampuan penghambatan oksidasi yang lebih baik hal ini terlihat dari lebih rendahnya nilai angka peroksida minyak goreng kelapa sawit dengan penambahan ekstrak heksan biji lamtoro gung, kemudian diikuti oleh ekstrak etanol biji lamtoro gung dan ekstrak air biji lamtoro gung. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin rendah tingkat kepolaran ekstrak biji lamtoro gung yang ditambahkan pada minyak kelapa sawit, bilangan peroksida pada minyak kelapa sawit tersebut semakin menurun. Hal ini dikarenakan lemak/minyak merupakan salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter, Kloroform, benzena dan hidrokarbon lainnya. Lemak dan minyak dapat larut dalam pelarut yang disebutkan di atas karena lemak dan minyak mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut. Bahan-bahan dan senyawa kimia akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya dengan zat terlarut. Dengan demikian, ekstrak heksan biji lamtoro gung lebih efektif untuk menghambat oksidasi pada minyak goreng dibandingkan dengan antioksidan ekstrak air dan ekstrak etanol biji lamtoro gung. Antioksidan pada ekstrak heksan merupakan antioksidan yang bersifat non polar dan diduga merupakan antioksidan lipofilik sehingga penghambatan oksidasi oleh ekstrak heksan disebabkan oleh adanya gugus lipofilik sehingga ekstrak heksan biji lamtoro gung (non polar) dapat lebih mudah larut dalam lemak minyak sehingga efektif dalam proses penghambatan oksidasi. Pada ekstrak air biji lamtoro gung yang bersifat polar, dan diduga merupakan antioksidan hidrofilik sehingga penghambatan oksidasi oleh ekstrak air biji lamtoro gung kurang efektif dalam penghambatan oksidasi dikarenakan ekstrak hidrofilik sedikit sulit mengalami homogenisasi pada lemak/minyak. Bilangan peroksida ekstrak lamtoro gung dengan lama maserasi yang berbeda berada pada kisaran 3.33–4.00 meq/kg bahan (Tabel 6.6).

Tabel 6.6 Nilai penghambatan peroksida dari ekstrak biji lamtoro gung

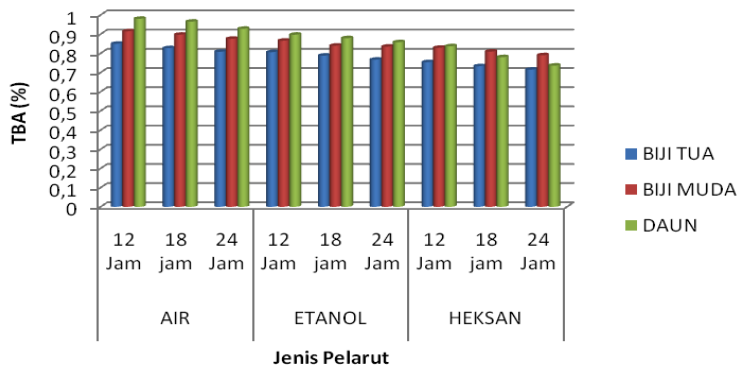
Lama Maserasi	Bilangan Peroksida (meq/kg bahan)
12 jam	4.00 ± 2.40c
18 jam	3.69 ± 2.40b
24 jam	3.33 ± 2.40a

Keterangan : Nilai disertai dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Pada lama maserasi 24 jam mempunyai bilangan peroksida terendah diikuti dengan lama maserasi 18 jam dan 12 jam. Pada lama maserasi 24 jam diketahui memiliki angka peroksida yang terendah, hal ini disebabkan dengan semakin lamanya ekstraksi yang dilakukan, senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid yang terkandung dalam ekstrak biji lamtoro gung dengan maserasi selama 24 jam semakin banyak, dan hal ini dapat diketahui melalui uji fitokimia yang menunjukkan bahwa ekstrak biji lamtoro gung dengan maserasi selama 24 jam memiliki kandungan positif kuat sehingga dengan adanya senyawa-senyawa tersebut mampu mencegah/menghambat laju oksidasi dan bertindak sebagai antioksidan.

Tingginya rata-rata bilangan peroksida pada minyak kontrol disebabkan pada sampel minyak tersebut mudah teroksidasi, tanpa adanya agent penghambat atau berupa senyawa aktif dari biji lamtoro gung, menyebabkan minyak mudah teroksidasi. Hal tersebut sesuai dengan teori bahwa pada minyak yang tidak diberi tambahan antioksidan akan terjadi proses oksidasi lebih banyak jika dibandingkan dengan minyak yang diberi senyawa antioksidan, sehingga terbentuk banyak senyawa, atau dengan kata lain minyak yang tidak diberi antioksidan terjadi pengurangan ikatan rangkap asam lemak jenuh dan lemak yang teroksidasi, sehingga menyebabkan bilangan peroksida yang tinggi sedangkan pemberian antioksidan dapat menghambat proses oksidasi sehingga tidak terjadi perombakan lemak/minyak.

Kemampuan menghambat oksidasi lemak/minyak dapat juga diketahui dengan besarnya angka TBA (*thiobarbituric acid*). Angka TBA minyak kelapa sawit yang telah ditambahkan ekstrak biji lamtoro gung pada perlakuan jenis pelarut dapat dilihat pada Tabel 6.7.



Gambar 6.6. Bilangan TBA pada ekstrak lamtoro gung

Tabel 6.7 Nilai TBA dari ekstrak biji lamtoro gung

Pelarut	Angka TBA (mg malonaldehid/kg)
Air	0.82 ± 0.63c
Etanol	0.78 ± 0.059b
Heksan	0.73 ± 0.058a

Keterangan : Nilai disertai huruf sama berarti tidak berbeda nyata ($p \leq 0,05$)

Besarnya angka TBA berkisar 0.73–0.83 (mg malonaldehid/kg). Pada penambahan ekstrak air biji lamtoro gung diketahui memiliki angka TBA yang tertinggi yaitu sebesar 0.83 (mg malonaldehid/kg), sedangkan pada ekstrak heksan biji lamtoro gung diketahui memiliki angka TBA yang terendah yaitu sebesar 0.73 (mg malonaldehid/kg).

Angka TBA minyak goreng kelapa sawit yang diberi penambahan antioksidan vitamin E (nilai TBA 0.803) dan ekstrak biji lamtoro gung relatif lebih rendah dibandingkan dengan kontrol negatif (tanpa penambahan zat antioksidan, nilai TBA 0.988). Tingginya angka TBA pada minyak kontrol disebabkan pada minyak tersebut mudah teroksidasi, tanpa adanya agent penghambat atau berupa senyawa aktif dari biji lamtoro gung, menyebabkan minyak mudah teroksidasi. Proses oksidasi pada minyak dengan penambahan senyawa antioksidan maka proses oksidasi dapat ditekan maupun dihambat.

Oksidasi terjadi pada ikatan tidak jenuh dalam asam lemak. Pada suhu kamar sampai dengan suhu 100 °C, setiap satu ikatan tidak jenuh dapat mengabsorpsi 2 atom oksigen, sehingga terbentuk persenyawaan peroksida yang bersifat labil. Terbentuknya peroksida, disusul dengan terbentuknya ikatan rangkap baru, yang akan menghasilkan deretan persenyawaan aldehida dan asam jenuh dengan berat molekul lebih rendah misalnya malonaldehida (MDA). Senyawa MDA ini sangat menentukan kerusakan minyak, semakin besar kadar malonaldehid dalam minyak, maka semakin tinggi nilai TBA. Jika nilai TBA tinggi, maka kualitas minyak semakin turun atau semakin tinggi kadar ketengikannya.

Penambahan vitamin E 200 ppm (Kontrol positif) dan ekstrak air, etanol dan heksan biji lamtoro gung ke dalam minyak goreng kelapa sawit telah mampu menghambat proses pembentukan malonaldehida. Hal ini ditunjukkan oleh rendahnya angka TBA pada minyak yang telah ditambahkan ekstrak biji lamtoro gung. Pengaruh nyata penghambatan malonaldehida didapatkan pada ekstrak heksan biji lamtoro gung karena memiliki angka TBA yang rendah dengan adanya pemberian ekstrak heksan tersebut pada minyak goreng kelapa sawit, selanjutnya diikuti oleh ekstrak etanol dan ekstrak air biji lamtoro gung.

Penghambatan senyawa malonaldehida diduga akibat adanya senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid yang terkandung di dalam ekstrak biji lamtoro gung.

Ekstrak heksan lebih berpotensi menghambat pembentukan malonaldehida dikarenakan heksan dan minyak memiliki tingkat kepolaran yang sama sehingga adanya kandungan senyawa – senyawa yang bertindak sebagai antioksidan di dalam ekstrak heksan dapat secara efektif

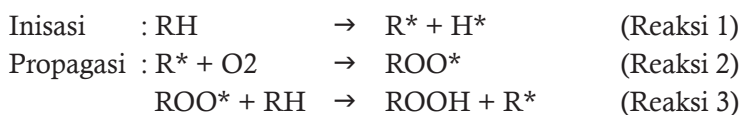
Tabel 6.8 Nilai TBA dengan lama maserasi berbeda pada ekstrak biji tua lamtoro gung

Lama Maserasi	Angka TBA (mg malonaldehid/kg)
12 jam	0.80 ± 0.145 ^c
18 jam	0.78 ± 0.141 ^b
24 jam	0.76 ± 0.140 ^a

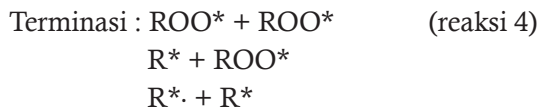
Keterangan : Nilai disertai huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada $p \leq 0,05$

Besarnya angka TBA berkisar antara 0.76–0.80 (mg malonaldehid/kg). Pada lama maserasi 12 jam diketahui angka TBA tertinggi sebesar 0.80 (mg malonaldehid/kg), sedangkan pada lama maserasi 24 jam diketahui angka TBA terendah sebesar 0.76 (mg malonaldehid/kg). Lama maserasi ekstrak biji tua lamtoro gung yang ditambahkan ke dalam minyak goreng kelapa sawit mempengaruhi angka TBA minyak. Pada lama maserasi 24 jam angka TBA terendah, diikuti oleh lama maserasi 18 jam dan kemudian lama maserasi 12 jam. Lama maserasi 24 jam diketahui memiliki angka TBA terendah disebabkan dengan semakin lamanya ekstraksi yang dilakukan senyawa saponin, tanin, terpenoid dan alkaloid yang terkandung dalam ekstrak biji lamtoro gung dengan maserasi selama 24 jam semakin banyak, dan hal ini dapat diketahui melalui uji fitokimia yang menunjukkan bahwa ekstrak biji lamtoro gung dengan maserasi selama 24 jam memiliki kandungan positif kuat sehingga dengan adanya senyawa – senyawa tersebut mampu mencegah/menghambat laju oksidasi dan bertindak sebagai antioksidan secara efektif.

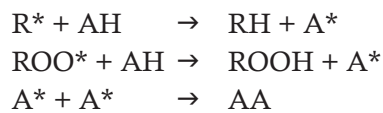
Mekanisme kerja antioksidan secara umum adalah menghambat oksidasi lemak. Oksidasi lemak terdiri dari tiga tahap utama yaitu inisiasi, propagasi, dan terminasi. Pada tahap inisiasi terjadi pembentukan radikal asam lemak, yaitu suatu senyawa turunan asam lemak yang bersifat tidak stabil dan sangat reaktif akibat dari hilangnya satu atom hydrogen (reaksi 1). Pada tahap selanjutnya, yaitu propagasi, radikal asam lemak akan bereaksi dengan oksigen membentuk radikal bebas (reaksi 2). Radikal peroksi lebih lanjut akan menyerang asam lemak menghasilkan hidroperoksida dan radikal asam lemak baru (reaksi 3).



Hidroperoksida yang terbentuk bersifat tidak stabil dan akan terdegradasi lebih lanjut menghasilkan senyawa-senyawa karbonil rantai pendek seperti aldehida dan keton yang bertanggung jawab atas flavor makanan berlemak. Reaksi autooksidasi berakhir ketika dua radikal bebas bergabung membentuk produk non radikal yang bersifat stabil pada tahap terminasi (reaksi 4)



Antioksidan yang ditambahkan pada lemak/minyak bertujuan untuk menghambat laju oksidasi



Gambar 6.7. Reaksi penghambatan antioksidan terhadap radikal lipida

Antioksidan (AH) dapat memberikan atom hidrogen secara cepat ke radikal lipida (R^* , ROO^*) dan mengubahnya ke bentuk yang lebih stabil, sementara turunan radikal antioksidan (A^*) memiliki keadaan lebih stabil dibanding radikal lipida.

Penambahan antioksidan primer dengan konsentrasi rendah pada lipida dapat menghambat atau mencegah autooksidasi lemak dan minyak. Penambahan tersebut dapat menghalangi reaksi oksidasi pada tahap inisiasi dan propagasi. Radikal-radikal antioksidan (A^*) yang terbentuk pada reaksi tersebut relatif stabil dan tidak mempunyai cukup energi untuk dapat bereaksi dengan molekul lipida lain membentuk radikal lipid baru. Radikal-radikal antioksidan dapat saling bereaksi membentuk produk non radikal Antioksidan.

Pelarut n-heksana digunakan untuk mengekstrak komponen lipofilik. Antioksidan pada ekstrak heksan merupakan antioksidan yang bersifat non polar dan diduga merupakan antioksidan lipofilik sehingga penghambatan oksidasi oleh ekstrak heksan disebabkan oleh adanya gugus lipofilik sehingga ekstrak heksan biji lamtoro gung (non polar) dapat lebih mudah larut dalam lemak minyak sehingga efektif dalam proses penghambatan oksidasi. Yeum *et al.* (2009) menyatakan bahwa antioksidan lipofilik sebagai penangkap radikal oksigen yang dapat menghambat inisiasi dan propagasi pada reaksi rantai oksidatif. Pada ekstrak air biji lamtoro gung yang bersifat polar dan diduga merupakan antioksidan hidrofilik sehingga penghambatan oksidasi oleh ekstrak air biji lamtoro gung kurang efektif dalam penghambatan oksidasi dikarenakan ekstrak hidrofilik sedikit sulit mengalami homogenisasi pada lemak/minyak. Kandungan senyawa fenolik berhubungan dengan aktivitas antioksidan ekstrak bila diukur dengan metode DPPH

namun belum dapat dipastikan bila pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan TBA. Terdapat perbedaan mekanisme cara pengukuran kadar hambat radikal bebas pada kedua metode tersebut. Metode DPPH digunakan untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak terhadap oksidan reaktif DPPH sedangkan metode TBA digunakan untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak terhadap peristiwa peroksidasi lemak

Senyawa fitokimia lamtoro gung (biji tua, biji muda dan daun) mengandung senyawa tanin, fenol, alkaloid dan terpenoid dan mempunyai aktivitas penghambatan terhadap radikal bebas maupun oksidasi terhadap minyak/lemak.

Antioksidan pada ekstrak heksan merupakan antioksidan yang bersifat non polar dan merupakan antioksidan lipofilik sehingga penghambatan oksidasi oleh ekstrak heksan disebabkan oleh adanya gugus lipofilik sehingga ekstrak heksan biji lamtoro gung (non polar) dapat lebih mudah larut dalam lemak minyak sehingga efektif dalam proses penghambatan oksidasi.

Pada ekstrak air biji lamtoro gung yang bersifat polar dan merupakan antioksidan hidrofilik sehingga penghambatan oksidasi oleh ekstrak air biji lamtoro gung kurang efektif dalam penghambatan oksidasi dikarenakan ekstrak hidrofilik sedikit sulit mengalami homogenisasi pada lemak/minyak.

Metode DPPH digunakan untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak terhadap oksidan reaktif DPPH sedangkan metode TBA digunakan untuk mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak terhadap peristiwa peroksidasi lemak

BAB 8

Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lamtoro Gung

A. Zona hambatan ekstrak lamtoro gung terhadap bakteri *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus Aureus*

Hasil zona hambatan ekstrak lamtoro gung terhadap bakteri *Escherichia Coli* lebih kecil dibandingkan dengan kontrol positif yaitu *Amoxicillin*. *Amoxicillin* merupakan antibiotik golongan penicillin yang mekanisme kerjanya dengan jalan merusak sintesis dinding sel bakteri sehingga zona hambatan yang dihasilkan lebih besar dari ekstrak lamtoro gung. Pada penelitian Nuria dkk (2009) uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jarak pagar konsentrasi 100 % kemampuan dalam menghambat bakteri *Escherichia Coli* sebesar 0 mm

Bakteri Gram negatif (*Escherichia Coli*) lebih resisten terhadap senyawa aktif karena memiliki struktur dinding sel terdiri 3 lapisan yaitu membran luar, membran dalam dan lapisan peptoglikan tipis di sebelah dalam dengan kandungan lipid yang tinggi (11-21%). Bakteri *Escherichia Coli* merupakan bakteri gram negatif, suhu pertumbuhan *Escherichia Coli* suhu optimum 37°C. Pada suhu tersebut bakteri tumbuh dengan sempurna dan ekstrak bekerja.

Bakteri gram negatif memiliki sistem seleksi terhadap zat-zat asing yaitu pada lapisan lipopolisakarida. Struktur dinding sel mikroba gram negatif relatif lebih kompleks, berlapis tiga yaitu lapisan luar yang berupa lipoprotein, lapisan tengah yang berupa lipopolisakarida dan lapisan dalam berupa peptidoglik. Hal inilah yang menyebabkan senyawa bioaktif yang ada pada ekstrak biji dan daun lamtoro gung pada konsentrasi rendah penghambatan pertumbuhannya kecil.

Tabel 8.1 Zona hambatan ekstrak biji dan daun lamtoro gung terhadap bakteri *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus Aureus*.

Bagian Tanaman	Pelarut	Konsentrasi (%)	<i>Escherichia Coli</i> (mm)	<i>Staphylococcus Aureus</i> (mm)
BIJI TUA	Air	100	19	29
		90	18	27
		80	17	25
	Etanol	100	15	25
		90	14	24
		80	13	23
	Heksan	100	16	27
		90	15	26
		80	14	24
BIJI MUDA	Air	100	13	28
		90	11	27
		80	10	26
	Etanol	100	12	25
		90	11	24
		80	10	23
	Heksan	100	11	23
		90	10	22
		80	9	20
DAUN	Air	100	17	28
		90	16	27
		80	14	26
	Etanol	100	13	26
		90	11	25
		80	10	23
	Heksan	100	12	25
		90	11	23
		80	10	22
kontrol Positif	<i>Amoxicillin</i>	100	29	38
		90	27	37
		80	25	35

Bakteri gram negatif memiliki sistem seleksi terhadap zat-zat asing yaitu pada lapisan lipopolisakarida. Struktur dinding sel mikroba gram negatif relatif lebih kompleks, berlapis tiga yaitu lapisan luar yang berupa lipoprotein, lapisan tengah yang berupa lipopolisakarida dan lapisan dalam berupa peptidoglik. Hal ini dikarenakan, penghambatan pertumbuhan sel mikroba oleh komponen fenol atau alkohol disebabkan kemampuan fenol untuk mendenaturasi protein dan merusak membran sel dengan cara

melarutkan lemak yang terdapat pada dinding sel. Komponen penyusun dinding sel gram negatif lebih kompleks dimana terdapat lapisan lipoprotein dan lapisan lipopolisakarida dimana dengan adanya fenol, komponen penyusun dinding sel dapat dirusak oleh komponen fenol.

Kekebalan atau resistensi bakteri *Escherichia Coli* diakibatkan oleh permeabilitas yang tinggi pada dinding selnya, sehingga zat aktif yang terkandung dalam ekstrak tidak dapat masuk ke dalam sel bakteri, akibatnya bakteri Gram negatif seperti *Escherichia Coli* pertumbuhannya tidak terhambat. Pada hasil senyawa fitokimia biji tua, biji muda dan daun lamtoro gung tidak teridentifikasi senyawa saponin dan tanin, namun hal ini tidak menjadi masalah terhadap kemampuan ekstrak dalam menghambat bakteri karena adanya senyawa terpenoid dan alkaloid sudah mampu dalam menghambat bakteri *Escherichia Coli*. Senyawa polar seperti alkaloid yang terkandung dalam ekstrak akan lebih mudah menembus lapisan peptidoglikan yang dimiliki bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus Aureus* yang bersifat polar, daripada lapisan lipid yang bersifat nonpolar seperti yang ada pada bakteri gram negatif yang dimiliki bakteri *Escherichia Coli*.

Penelitian uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jarak pagar konsentrasi 100 % kemampuan dalam menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* sebesar 19 mm dan jauh lebih kecil kemampuannya dengan ekstrak biji dan daun lamtoro gung yang dapat menghambat bakteri *Staphylococcus aureus* lebih tinggi.

Hasil zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* menunjukkan semakin tinggi konsentrasi maka semakin besar aktivitas antibakteri. Semakin tinggi konsentrasi suatu bahan antibakteri maka aktivitas antibakteri semakin kuat. Peningkatan konsentrasi zat menyebabkan meningkatnya kandungan senyawa aktif seperti tanin, alkaloid, saponin, terpenoid dan flavonoid yang berfungsi sebagai antibakteri sehingga aktivitas antibakteri semakin besar. Hal inilah yang menyebabkan senyawa bioaktif yang ada pada ekstrak biji dan daun lamtoro gung pada konsentrasi rendah penghambatan pertumbuhannya kecil. Makin besar inokulum maka semakin kecil daya hambat bakteri sehingga makin kecil zona yang terbentuk. Konsentrasi mempengaruhi kecepatan difusi zat berkhasiat, makin besar konsentrasi ekstrak maka makin cepat difusi akibatnya makin besar daya antibakteri dan makin luas diameter zona hambatan yang terbentuk.

Kontrol *Amoxicillin* berpengaruh terhadap kedua jenis bakteri Gram negatif maupun Gram positif, aktifitas penghambatannya dalam kategori kuat. *Amoxicillin* merupakan turunan penicillin yang mempunyai spektrum luas (dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram negatif dan Gram positif) mekanisme kerjanya menghambat sintesis dinding sel bakteri.

Amoxicillin merupakan senyawa *penicillin* semi sintetik dengan aktivitas antibakteri spectrum luas yang bersifat bakterisida. Aktivasinya mirip dengan ampicilin, efektif terhadap sebagian bakteri Gram-positif dan beberapa Gram-negatif patogenik. Senyawa ini berbeda dengan ampicilin, yaitu dengan adanya suatu gugus hidroksil fenolik

tambahan. Spektrum kerjanya seperti ampisilin, tetapi jumlah yang diabsorpsi lebih banyak (Mutschler, 1991).

Beda dengan zona hambat terhadap bakteri *Escherichia Coli*, zona hambat bakteri *Staphylococcus Aureus* lebih besar. Perbedaan daerah pertumbuhan di sekitar zona hambat, salah satunya karena adanya perbedaan permeabilitas membran sel bakteri. Membran sel bakteri bersifat selektif permeabel, dan setiap sel memiliki permeabilitas membran yang berbeda, karena perbedaan struktur membran sel dan enzim yang berfungsi dalam proses penyerapan nutrisi. Perbedaan permeabilitas disebabkan keragaman struktur asam lemak membran bakteri dan diduga mempengaruhi ketahanan sel bakteri. Pada Tabel 8.1 di atas menunjukkan bahwa bakteri Gram positif (*Staphylococcus aureus*) merupakan bakteri yang rentan terhadap aktivitas komponen antibakteri seperti senyawa fenolik. Struktur dinding sel yang sederhana menyebabkan senyawa antibakteri mudah untuk masuk ke dalam sel dan menemukan sasaran untuk bekerja. Aktifitas antibakteri yang dimiliki biji dan daun lamtoro gung merupakan senyawa fenolik antara lain alkaloid, tanin, terpenoid dan saponin. Antibakteri merupakan bahan yang dapat mengganggu pertumbuhan dan metabolisme bakteri. Cara kerja antibakteri antara lain dengan merusak dinding sel, merubah permeabilitas sel, menghambat kerja enzim, merubah molekul protein dan asam nukleat, serta menghambat sintesis asam nukleat dan protein. Sedangkan mekanisme daya kerja antibakteri terhadap mikroorganisme berbeda-beda misalnya dengan cara membuat dehidrasi atau mengeringkan bakteri, mengoksidasi sel bakteri, mengkoagulasi (menggumpalkan) cairan di sekitar bakteri atau meracuni bakteri.

Adanya senyawa tanin memiliki peran yang sangat penting dalam menghambat pertumbuhan *Staphylococcus Aureus* sehingga mampu menurunkan kejadian mastitis karena kedua senyawa tersebut terbukti memiliki kandungan zat antibakteri. Tanin dapat menghambat aktifitas enzim protease, menghambat enzim pada transport selubung sel bakteri, destruksi atau inaktivasi fungsi materi genetik, selain itu tannin juga mampu mengerutkan dinding sel bakteri sehingga dapat mengganggu permeabilitas sel. Terganggunya permeabilitas sel dapat menyebabkan sel tidak dapat melakukan aktifitas hidup sehingga pertumbuhannya terhambat dan mampu mengerutkan dinding sel bakteri sehingga terhambat dan bakteri mati. Tanin terkondensasi mempunyai aktivitas antibakteri karena dapat mengikat dinding sel bakteri, menghambat pertumbuhan dan aktivitas protease. Contoh tanin terkondensasi, yaitu: B-3 (katekin-(4 α ->8)-katekin) dan B-4 (katekin-(4 α ->8)-katekin) (Hagerman, 2002).

Saponin dapat menekan pertumbuhan bakteri karena senyawa tersebut dapat menurunkan tegangan permukaan dinding sel dan apabila berinteraksi dinding sel bisa lisis atau pecah, sehingga saponin akan mengganggu tegangan permukaan dinding sel dan zat antibakteri masuk dengan mudah ke dalam sel dan mengganggu metabolisme sel hingga akhirnya bakteri mati. Saponin berasa pahit, berbusa dalam air dan bersifat antibakteri dalam menekan pertumbuhan bakteri, saponin dapat menurunkan tegangan

permukaan dinding sel. Senyawa saponin merupakan zat yang apabila berinteraksi dengan dinding bakteri maka dinding sel lisis, maka saat lisis atau tegangan permukaan terganggu zat antibakteri dengan mudah masuk ke dalam sel dan akan mengganggu metabolisme hingga akhirnya terjadi kematian bakteri.

Saponin ada yang berfungsi sebagai antimikroba. Saponin memiliki molekul yang dapat menarik air atau hidrofilik dan molekul yang dapat melarutkan lemak atau lipofilik sehingga dapat menurunkan tegangan permukaan sel yang akhirnya menyebabkan hancurnya bakteri.

Mekanisme terpenoid sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan *porin* (protein trans membran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Menurut Cowan (1999) rusaknya porin yang merupakan pintu keluar masuknya senyawa akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri yang akan mengakibatkan sel bakteri akan kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau mati. Senyawa terpenoid mempunyai bagian polar dan non polar, tetapi bagian non polar pada terpenoid jauh lebih banyak dibandingkan bagian polar sehingga terpenoid cenderung lebih mudah larut dalam pelarut non polar. Mekanisme triterpenoid sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Rusaknya porin yang merupakan pintu keluar masuknya senyawa akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri dan mengakibatkan sel bakteri akan kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau mati. Terpenoid dapat bersifat antibakteri dengan merusak membran sel bakteri. Terpenoid phytadiene dan 1,2-seco-cladiella biasanya terkandung pada tanaman yang melawan *S. aureus* dan *E. coli*.

Senyawa alkaloid memiliki kemampuan sebagai antibakteri, mekanisme yang diduga adalah dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut. Alkaloid juga mempunyai aktivitas antibakteri dengan cara mengganggu terbentuknya jembatan seberang silang komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut. Contoh alkaloid bersifat antibakteri, yaitu: lupanine atau 2-oxosparteine dan S-calycotomine. Kedua jenis alkaloid tersebut terbukti efektif menghambat pertumbuhan *Enterobacter sp.*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. aureus* (Zellagui, Rhouati, Creche, Tóth, Ahmed, and Paré, 2004).

Pada ekstrak lamtoro gung ini semakin tinggi konsentrasi yang digunakan, semakin besar pula zona hambat yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan teori, semakin tinggi konsentrasi suatu zat antibakteri, maka semakin tinggi daya antibakterinya.

B. Kemampuan penghambatan pertumbuhan bakteri *Escherichia Coli* dan *Staphylococcus Aureus*

Pengujian pertumbuhan senyawa antimikrobia ekstrak biji dan daun lamtoro gung terhadap penghambatan pertumbuhan bakteri didasarkan pada kemampuan bakteri untuk tumbuh pada beberapa konsentrasi ekstrak biji dan daun lamtoro gung yang diujikan. Perhitungan pertumbuhan bakteri dari bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dilaksanakan dengan metode perhitungan cawan (*Total Plate Count*).

Pada Tabel 8.2 dapat dilihat bahwa makin tinggi konsentrasi ekstrak biji dan daun lamtoro gung, semakin sedikit bakteri yang bisa tumbuh dan semakin besar zona hambat yang dihasilkan semakin kecil bakteri yang tumbuh. Hal ini dapat disebabkan oleh senyawa bioaktif yang terkandung dalam biji dan daun lamtoro gung yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Senyawa bioaktif tersebut adalah fenol, alkaloid, saponin, tanin, terpenoid.

Dalam penerapannya, menghitung jumlah koloni yang paling baik antara 30-300 koloni. Berdasarkan jumlah bakteri tersebut, bakteri yang mampu tumbuh atau resisten terhadap ekstrak biji dan daun lamtoro gung dari beberapa konsentrasi yang diujikan terlihat bahwa jumlah bakteri *Escherichia Coli* lebih banyak dibandingkan jumlah bakteri *Staphylococcus Aureus* yang tumbuh.

Hal ini menunjukkan bahwa bakteri *Escherichia Coli* lebih resisten terhadap senyawa antimikrobia yang terdapat dalam ekstrak biji dan daun lamtoro gung. Ekstrak biji dan daun lamtoro gung dengan pelarut etanol, air dan heksan stabil dalam penghambatannya, ditunjukkan dengan konsentrasi yang semakin kecil memberikan efek penghambatan yang kecil. Pelarut air dipilih untuk mengekstrak senyawa polar, etanol untuk senyawa semipolar dan heksan untuk senyawa nonpolar yang terdapat di dalam biji tua, biji muda dan daun lamtoro gung. Ketiga jenis pelarut memiliki kemampuan mengidentifikasi senyawa- senyawa polar, semi polar dan non polar dalam biji dan daun lamtoro gung sehingga dalam fungsi senyawa mempunyai kerja sendiri- sendiri dalam menghambat bakteri yang tumbuh.

Tabel 8.2. Nilai Total Plate Count Ekstrak lamtoro gung terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*

Bagian Tanaman	Jenis Pelarut	Konsentrasi (%)	<i>Staphylococcus aureus</i> (CFU/ml)	<i>Escherichia coli</i> (CFU/ml)
Kontrol			$5,78 \times 10^4$	$7,78 \times 10^5$
biji tua	air	100	$1,13 \times 10^6$	$2,11 \times 10^7$
		90	$1,19 \times 10^6$	$2,13 \times 10^7$
		80	$1,21 \times 10^6$	$2,18 \times 10^7$
	etanol	100	$1,26 \times 10^6$	$2,22 \times 10^7$
		90	$1,33 \times 10^6$	$2,25 \times 10^7$
		80	$1,36 \times 10^6$	$2,29 \times 10^7$
	heksan	100	$1,29 \times 10^6$	$2,12 \times 10^7$
		90	$1,33 \times 10^6$	$2,14 \times 10^7$
		80	$1,34 \times 10^6$	$2,19 \times 10^7$
biji muda	air	100	$1,78 \times 10^6$	$2,70 \times 10^7$
		90	$1,81 \times 10^6$	$2,76 \times 10^7$
		80	$1,83 \times 10^6$	$2,81 \times 10^7$
	etanol	100	$1,69 \times 10^6$	$2,77 \times 10^7$
		90	$1,81 \times 10^6$	$2,87 \times 10^7$
		80	$1,91 \times 10^6$	$2,97 \times 10^7$
	heksan	100	$1,71 \times 10^6$	$2,70 \times 10^7$
		90	$1,86 \times 10^6$	$2,85 \times 10^7$
		80	$1,96 \times 10^6$	$2,90 \times 10^7$
daun	air	100	$1,56 \times 10^6$	$2,15 \times 10^7$
		90	$1,58 \times 10^6$	$2,22 \times 10^7$
		80	$1,61 \times 10^6$	$2,25 \times 10^7$
	etanol	100	$1,58 \times 10^6$	$2,27 \times 10^7$
		90	$1,61 \times 10^6$	$2,30 \times 10^7$
		80	$1,63 \times 10^6$	$2,31 \times 10^7$
	heksan	100	$1,54 \times 10^6$	$2,11 \times 10^7$
		90	$1,58 \times 10^6$	$2,15 \times 10^7$
		80	$1,61 \times 10^6$	$2,20 \times 10^7$
kontrol positif	amoxicillin	100	$0,79 \times 10^6$	$0,94 \times 10^7$
		90	$0,81 \times 10^6$	$0,96 \times 10^7$
		80	$0,84 \times 10^6$	$0,97 \times 10^7$

Aktifitas antibakteri yang dimiliki biji dan daun lamtoro gung merupakan senyawa fenolik antara lain alkaloid, tanin, terpenoid dan saponin. Antibakteri diartikan sebagai bahan yang dapat mengganggu pertumbuhan dan metabolisme bakteri. Cara kerja antibakteri antara lain dengan merusak dinding sel, merubah permeabilitas sel, menghambat kerja enzim, merubah molekul protein dan asam nukleat, serta menghambat sintesis asam nukleat dan protein. Sedangkan mekanisme daya kerja antibakteri terhadap mikroorganisme berbeda-beda misalnya dengan cara melakukan dehidrasi atau mengeringkan bakteri, mengoksidasi sel bakteri, koagulasi (menggumpalkan) cairan di sekitar bakteri atau meracuni bakteri.

Adanya senyawa aktif pada biji dan daun lamtoro gung seperti terpenoid, tanin, saponin dan alkaloid dapat menjadi senyawa antibakteri. Mekanisme terpenoid sebagai antibakteri adalah bereaksi dengan porin (protein transmembran) pada membran luar dinding sel bakteri, membentuk ikatan polimer yang kuat sehingga mengakibatkan rusaknya porin. Menurut Cowan (1999) rusaknya porin yang merupakan pintu keluar masuknya senyawa akan mengurangi permeabilitas dinding sel bakteri yang akan mengakibatkan sel bakteri akan kekurangan nutrisi, sehingga pertumbuhan bakteri terhambat atau mati. Adanya senyawa tanin sangat penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri, tanin juga mampu mengerutkan dinding sel bakteri sehingga dapat mengganggu permeabilitas sel. Terganggunya permeabilitas sel dapat menyebabkan sel tersebut tidak dapat melakukan aktifitas hidup sehingga pertumbuhannya terhambat dan mampu mengerutkan dinding sel bakteri sehingga terhambat dan bakteri mati. Saponin dapat menekan bakteri karena senyawa tersebut dapat menurunkan tegangan permukaan dinding sel sehingga saponin akan mengganggu tegangan permukaan dinding sel dan zat antibakteri akan masuk dengan mudah ke dalam sel dan akan mengganggu metabolisme sel sehingga akhirnya bakteri akan mati. Senyawa alkaloid memiliki mekanisme penghambatan dengan cara mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri, sehingga lapisan dinding sel tidak terbentuk secara utuh dan menyebabkan kematian sel tersebut. Bakteri Gram negatif (*Escherichia Coli*) lebih resisten terhadap senyawa aktif karena memiliki struktur dinding sel tipis yang terdiri 3 lapisan yaitu membran luar, membran dalam dan lapisan peptoglikan tipis di sebelah dalam dengan kandungan lipid yang tinggi yaitu 11-21%. Semakin besar inokulum bakteri, maka semakin berkurang tingkat kepekaannya terhadap senyawa aktif. Bakteri gram negatif memiliki sistem seleksi terhadap zat-zat asing yaitu pada lapisan lipopolisakarida. Struktur dinding sel mikroba gram negatif relatif lebih kompleks, berlapis tiga yaitu lapisan luar yang berupa lipoprotein, lapisan tengah yang berupa lipopolisakarida dan lapisan dalam berupa peptidoglik. Sedangkan bakteri Gram positif (*Staphylococcus Aureus*) merupakan bakteri yang rentan terhadap aktivitas komponen antibakteri seperti senyawa fenolik. Struktur dinding sel yang sederhana menyebabkan

senyawa antibakteri mudah untuk masuk ke dalam sel dan menemukan sasaran untuk bekerja sehingga bakteri *Escherichia Coli* susah dihambat.

Ekstrak lamtoro gung memiliki aktivitas sebagai antimikroba dengan zona hambat bakteri *Escherichiacoli* pada biji tua dengan pelarut air dan konsentrasi 100 % menghasilkan zona hambat terhadap bakteri *Escherichia Coli* tertinggi yaitu 19 (mm), sedangkan pada biji muda dengan pelarut heksan konsentrasi 80% memiliki zona hambat terhadap bakteri *Escherichiacoli yang* terendah yaitu 9 (mm)

Ekstrak lamtoro gung memiliki aktivitas sebagai antimikroba dengan zona hambat bakteri *Staphylococcus Aureus* pada biji tua dengan pelarut air dan pada konsentrasi 100 % menghasilkan zona hambat tertinggi yaitu 29 (mm), sedangkan pada biji muda dengan pelarut heksan dan pada konsentrasi 80% memiliki zona hambat terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* terendah yaitu 20 (mm)

Hasil perhitungan jumlah pertumbuhan bakteri pada suhu 37°C selama 24 jam dengan penambahan ekstrak lamtoro gung didapatkan bakteri *Escherichia Coli* lebih resisten dibanding bakteri *Staphylococcus Aureus*

BAB 9

Aplikasi Lamtoro Gung Pada Pangan Fungsional

A. *Effervescent* dari ekstrak biji Lamtoro gung

Salah satu produk minuman yang digemari masyarakat adalah produk minuman dalam bentuk serbuk *effervescent* karena praktis, cepat larut dalam air, dan memberikan efek *sparkle* atau seperti pada minuman soda (berkarbonasi). Minuman ringan berkarbonasi adalah minuman yang dibuat dengan mengabsorpsi karbondioksida ke dalam air minum, mengandung gas CO₂ yang larut dalam air berfungsi sebagai anti bakteri untuk mengawetkan minuman secara alami.

Effervescent didefinisikan sebagai bentuk sediaan yang menghasilkan gelembung gas sebagai hasil reaksi kimia dalam larutan. Gas yang dihasilkan umumnya adalah karbondioksida (CO₂). *Effervescent* sebenarnya sudah cukup lama dikembangkan untuk produk-produk farmasi, biasanya sebagai suplemen kalsium dan vitamin C. Beberapa faktor yang diperhatikan pada pembuatan *Effervescent* dalam bentuk serbuk adalah penambahan bahan pengisi (*filler*), yang digunakan untuk memadatkan ekstrak bahan menjadi serbuk *Effervescent*. Keuntungan bentuk sediaan ini adalah dalam hal penyiapan larutan dalam waktu seketika yang mengandung dosis yang tepat.

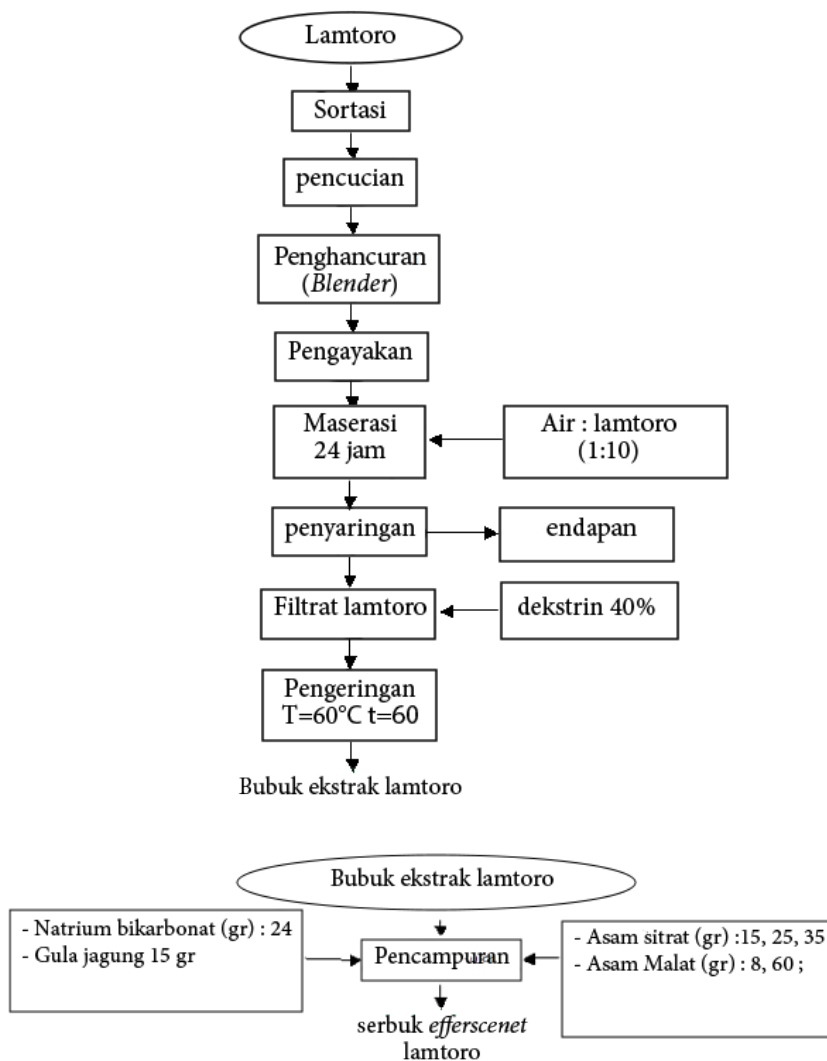
Asam sitrat sering digunakan sebagai sumber asam dalam pembuatan serbuk atau tablet *effervescent* karena memiliki kelarutan yang tinggi dalam air dingin, mudah didapat dalam bentuk granular atau serbuk. Asam sitrat memiliki kelarutan yang tinggi dan bersifat higrokopis serta berfungsi sebagai pemberi rasa asam, penguat rasa dan mengontrol pH.

Serbuk *effervescent* dibuat dari hasil ekstrak air lamtoro gung terbaik (lama maserasi 24 jam) yang menghasilkan senyawa fitokimia dan antioksidan maksimal.

Pembuatan *effervescent* ekstrak biji lamtoro gung dimulai dengan memisahkan lamtoro dari kulit (sortasi), direndam dalam air dan dicuci dengan air mengalir kemudian dikeringkan. Sebelum dikeringkan dilakukan reduksi terhadap kandungan mimosin. Lamtoro kering dilakukan penghancuran dan diayak dengan 60 mesh dan dilakukan maserasi selama 24 jam dengan perbandingan (1:10), ekstraksi dan dipanaskan selama 4 jam. Filtrat hasil ekstraksi ditambahkan dekstrin 40% diaduk merata dan dikeringkan pada suhu 60°C selama 6 jam. Serbuk ekstrak lamtoro ditambahkan asam sitrat (15-35 %), natrium bikarbonat dan (24 %), gula sakarin (15 %).



Gambar 9.1 Serbuk *Effervescent* Lamtoro gung



Gambar 9.2. Diagram alir pembuatan *effervescent* lamtoro gung

Rendemen tepung biji tua yang didapat 65.8 %, tepung biji muda 26.5% dan daun lamtoro gung 42.85 % dengan kadar air masing-masing sebesar 4.91%; 5.41% dan 6.01%. Serbuk lamtoro yang didapatkan mengandung kadar air 6.6%, fenol 61.8 mg/100 g dan aktivitas antioksidannya 79%. Kadar air *effervescent* lamtoro gung 3.11% - 3.44%; total padatan terlarut 6.17 – 9.53%; pH 4.22 – 8.44. Parameter paling tinggi dihasilkan dari konsentrasi bubuk ekstrak lamtoro 20 gr dan asam sitrat 35 gr.

Tabel 9.1 Karakteristik Serbuk *Effervescent* Lamtoro Gung

Perlakuan		Kadar Air (%)	Waktu larut (detik)	Total fenol (mg/100 g)	Aktivitas antioksidan (%)
Penambahan Lamtoro (gr)	Penambahan Asam Sitrat (gr)				
10	15	3,11 ± 0,04 ^d	44,56 ± 0,42 ^d	43,36 ± 0,11 ⁱ	43,62 ± 0,29 ^e
	25	3,12 ± 0,03 ^d	42,74 ± 0,24 ^e	43,73 ± 0,05 ^h	54,89 ± 0,78 ^c
	35	3,29 ± 0,02 ^{bc}	38,56 ± 0,10 ^g	45,26 ± 0,05 ^f	56,77 ± 2,48 ^c
15	15	3,20 ± 0,02 ^{cd}	50,22 ± 0,03 ^b	44,53 ± 0,05 ^g	50,14 ± 0,29 ^d
	25	3,25 ± 0,03 ^{bc}	47,19 ± 0,04 ^c	44,86 ± 0,05 ^f	55,29 ± 0,45 ^c
	35	3,34 ± 0,04 ^{ab}	38,54 ± 0,38 ^g	47,53 ± 0,05 ^b	62,80 ± 1,23 ^a
20	15	3,24 ± 0,06 ^{bc}	55,85 ± 0,71 ^a	45,63 ± 0,05 ^d	55,88 ± 0,61 ^c
	25	3,43 ± 0,04 ^a	44,02 ± 0,60 ^d	46,88 ± 0,05 ^c	65,77 ± 0,45 ^a
	35	3,44 ± 0,02 ^a	40,56 ± 0,43 ^d	55,36 ± 0,05 ^a	65,38 ± 0,34 ^{ab}

Keterangan : Nilai dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata ($p \leq 0,05$).

Kadar air serbuk *effervescent* lebih banyak ditentukan oleh kadar air bahan-bahan penyusun serbuk *effervescent* dan perlakuan pengeringan/pengovenan. Selain itu penanganan dan penyimpanannya memerlukan perhatian khusus karena bersifat higrokopis. Ruang dengan kelembapan maksimal 25% dan suhu 25°C, merupakan kondisi yang paling baik untuk proses pembuatan granula *effervescent*.

Karakteristik *Effervescent* Lamtoro Gung.

Waktu larut *effervescent* lamtoro gung 40.56-50.22 detik. Waktu larut menunjukkan waktu yang dibutuhkan oleh serbuk dalam suatu ukuran saji untuk dapat larut sempurna dalam volume tertentu air. Waktu *effervescent* lamtoro dengan konsentrasi bubuk ekstrak lamtoro 20 gr dan asam sitrat 35 gr menunjukkan waktu larut tercepat 38,56 detik. Waktu larut serbuk *effervescent* yang baik berkisar 1-2 menit menghasilkan larutan jernih.

Waktu larut serbuk *effervescent* lamtoro pada semua konsentrasi lamtoro dan asam sitrat memiliki waktu larut kurang dari 2 menit sehingga dapat dikatakan memenuhi persyaratan waktu larut. Semakin banyak penambahan bubuk ekstrak lamtoro dan asam sitrat yang ditambahkan maka kelarutan serbuk *effervescent* lamtoro gung semakin cepat. Hal ini disebabkan serbuk ekstrak lamtoro dan asam sitrat yang mudah larut dalam air. Asam sitrat mengandung air apabila bereaksi dengan natrium bikarbonat yang mengandung gas karbondioksida akan menghasilkan natrium sitrat, air dan akan terbentuk gas-gas karbondioksida tiga kali lebih cepat yang dapat membantu kelarutan.

Adanya gas-gas karbondioksida yang dihasilkan mampu membantu kelarutan tanpa melibatkan pengadukan manual dengan syarat semua komponennya sangat mudah larut dalam air. Stabilitas buih *effervescent* lamtoro gung pada kisaran 2.86 - 3.82 detik. Asam sitrat bereaksi dengan natrium bikarbonat sehingga menghasilkan karbondioksida yang dapat menimbulkan buih. Semakin banyak CO₂ yang terbentuk maka semakin banyak buih yang dihasilkan.

Aktivitas antioksidan *effervescent* lamtoro gung berkisar antara 43.62% - 65.77% dengan total fenol *effervescent* lamtoro gung 43.36 – 55.36 mg/100g. Aktivitas antioksidan *effervescent* lamtoro gung tertinggi didapatkan pada penambahan serbuk ekstrak lamtoro gung 20 gr dan asam sitrat 25 gr. Serbuk lamtoro gung banyak mengandung senyawa fenol sehingga hal ini dapat meningkatkan aktivitas antioksidan *effervescent* lamtoro gung.

Antioksidan sekunder, seperti asam sitrat, asam askorbat, dan esternya, sering ditambahkan pada lemak dan minyak sebagai kombinasi dengan antioksidan primer. Kombinasi tersebut memberikan efek sinergis menambah keefektifan kerja antioksidan primer. Sinergi antara asam sitrat dengan polifenol disebabkan asam sitrat merupakan pengkelat sehingga mengikat logam yang dapat mengoksidasi polifenol.

Organoleptik Effervescent Lamtoro Gung.

Tingkat kesukaan panelis terhadap rasa *effervescent* lamtoro didapatkan hasil rangking kesukaan 77 – 118 (tidak suka - suka). Penambahan bubuk ekstrak lamtoro 20 gr dan asam sitrat 35% memiliki rangking kesukaan tertinggi sebesar 118 (suka). Asam sitrat dapat memberi rasa yang tajam dan memiliki kelarutan yang tinggi, penguat rasa dan mengontrol pH. Rasa seperti soda merupakan ciri khas dari serbuk *effervescent* yang dilarutkan dalam air karena adanya asam bereaksi dengan karbonat untuk membentuk CO₂.

Tabel 9.2 Ranking Kesukaan Rasa, warna dan aroma Effervescent Lamtoro Gung

Perlakuan		Rasa	Warna	Aroma
Penambahan lamtoro (gr)	Penambahan asam sitrat (gr)			
10	15	98.0	110.0	100.0
	25	114.0	102.0	105.0
	35	97.0	122.0	87.0
15	15	114.0	99.0	112.0
	25	77.0	77.0	101.0
	35	94.5	96.0	73.5
20	15	92.0	76.0	103.0
	25	93.0	85.0	110.0
	35	118.0		108.0

Keterangan : Semakin tinggi nilai maka semakin disukai

Berdasarkan Tabel 9.2 menunjukkan bahwa tingkat kesukaan panelis terhadap warna *effervescent* lamtoro didapatkan hasil rangking kesukaan 76-122 (tidak suka - suka).

Aroma *effervescent* lamtoro didapatkan hasil rangking kesukaan 73.5 - 112 masuk dalam skala (tidak suka - suka). Hal ini disebabkan lamtoro beraroma khas akan tetapi tertutupi dengan aroma asam sitrat yang tajam.

B. Teh herbal dari daun lamtoro gung, daun salam dan daun sirsak

Teh menjadi salah satu jenis minuman fungsional yang sangat populer di dunia, disebut sebagai minuman fungsional karena di dalam teh terkandung antioksidan alami, yaitu *flavonoid* yang dapat menjaga tubuh dari ancaman serangan radikal bebas. Antioksidan bermanfaat untuk melindungi tubuh dari efek buruk radikal bebas. Kerusakan sel tubuh yang kronis akibat radikal bebas dapat menjadi satu faktor menuju berkembangnya penyakit kronis, termasuk penyakit jantung dan kanker. Aroma teh yang harum serta rasanya yang khas membuat minuman ini banyak dikonsumsi. Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa konsumsi teh mampu memberi perlindungan terhadap penyakit selain kanker dan penyakit jantung koroner.

Minuman teh dapat dihasilkan dari daun tanaman lain yang banyak mengandung komponen bioaktif diantaranya *tanin*, *fenol* dan *flavonoid*. Hasil penelitian Rosida dkk (2016) menjelaskan bahwa ekstrak daun lamtoro gung (*Leucaena leucophala L.*) pada lama maserasi 24 jam dengan pelarut air memiliki total fenol sebesar 581.64 ppm dan aktivitas antioksidannya sebesar 76.82 %.

Daun lamtoro merupakan salah satu tumbuhan yang digunakan sebagai obat tradisional. Lamtoro gung (*Leucaena leucophala L.*) memiliki beberapa efek farmakologi, efek farmakologi tersebut diantaranya adalah mampu mengobati penyakit *diabetes mellitus*, cacingan, mengobati luka baru dan bengkak.

Tabel 9.3 Komposisi Kimia Daun Lamtoro Gung

Komposisi kimia	Daun
Protein kasar (%)	25.90
Karbohidrat(%)	40.00
Tanin(%)	4.00
Mimosin(%)	7.19
Total kadar abu(%)	11.00
Kalsium(%)	2.36
Fosfor(%)	0.23
B-carotene(mg/kg)	536.00

Sumber : Devi dkk., 2013

Pembuatan serbuk teh dari daun lamtoro, salam dan sirsak

Diversifikasi terhadap suatu produk pangan perlu dilakukan untuk lebih meningkatkan manfaat kesehatan dan senyawa aktif yang terkandung dalam produk pangan tersebut, sehingga produk tersebut akan lebih mempunyai nilai tambah baik dari segi citarasa maupun manfaatnya dalam menjaga kesehatan tubuh manusia. Minuman fungsional dari masing - masing serbuk daun lamtoro gung, daun sirsak dan daun salam yang diformulasikan dengan serbuk teh hitam (70:30) b/b merupakan salah satu bentuk diversifikasi produk untuk mengoptimalkan pemanfaatan tanaman obat tradisional.

Daun lamtoro, daun salam dan daun sirsak dilakukan pelayuan pada suhu ruang selama 8 jam, dilakukan penyebaran daun pada loyang dan dibalik sebanyak 3 kali, diberikan aliran udara (untuk daun lamtoro sebelum dilakukan pelayuan ada penanganan khusus yaitu pemanasan lembab, daun lamtoro dimasukkan ke dalam kantong plastik kemudian dipanaskan dalam penangas air pada suhu 70 °C selama 15 menit reaksi dihentikan dengan diangin-anginkan) untuk mengurangi *mimosin* pada daun.

Daun yang sudah layu dilakukan penggilingan (pengecilan ukuran). Daun difermentasi pada suhu ruang dengan waktu selama (1 jam, 3 jam dan 5 jam), setelah itu dilakukan pengeringan menggunakan cabinet dryer dengan suhu 105°C selama 25 menit.. Serbuk daun kering diformulasikan dengan serbuk teh hitam, dengan perbandingan 70 : 30 (b/b) dari total berat serbuk.

Manfaat Fungsional Teh Formulasi Lamtoro gung

Pada Tabel 9.4 the herbal mengandung total fenol 308.91-431.33 ppm. Fenol paling banyak terdapat pada minuman teh daun sirsak, diikuti daun lamtoro gung dan daun salam. Lama fermentasi mempengaruhi total fenol dalam minuman teh. Selama proses fermentasi terjadi oksidasi enzimatis terhadap fenol yang merubah senyawa fenol pada daun teh menjadi *theaflavin* dan *thearubigin*.

Tabel 9.4 Nilai total fenol, flavonoid dan antioksidan minuman teh

Bahan baku daun teh	Total Fenol (ppm)	Flavonoid (ppm)	Aktivitas antioksidan(%)
Lamtoro gung	398.41 ± 63.03 ^a	104.00 ± 9.48 ^b	89.82 ± 0.93 ^a
sirsak	431.33 ± 42.95 ^a	188.78 ± 15.29 ^a	90.30 ± 0.88 ^a
salam	308.91 ± 68.81 ^b	62.64 ± 5.34 ^c	89.78 ± 0.73 ^a
Lama Fermentasi			
1 jam	438.12 ± 39.27 ^a	128.11 ± 63.31 ^a	90.87 ± 0.31 ^a
3 jam	380.67 ± 75.58 ^b	117.36 ± 56.44 ^{ab}	89.99 ± 0.34 ^b
5 jam	319.88 ± 66.81 ^c	109.94 ± 53.68 ^b	89.04 ± 0.42 ^c

***) notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata (p<0,05)**

Total flavonoid minuman teh 62.64-188.78 ppm (metode kolometri aluminium klorida). Total flavonoid terendah diperoleh dari daun salam yaitu 62.64 ppm, sedangkan total flavonoid tertinggi diperoleh dari daun sirsak 188.78 ppm. Hasil penelitian

Total flavonoid yang diperoleh dari proses lama fermentasi berkisar antara 109,94-128,11 ppm (Tabel 9.4). Total flavonoid minuman teh terendah diperoleh dari lama fermentasi 5 jam (109.94 ppm), sedangkan total flavonoid minuman teh tertinggi diperoleh dari lama fermentasi 1 jam (128.11 ppm). Semakin lama fermentasi maka total flavonoid pada minuman teh semakin menurun, hal ini dikarenakan pada proses fermentasi terjadi proses oksidasi dimana terjadinya perubahan senyawa flavonoid menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron atau senyawa yang mampu menangkal atau meredakan dampak negatif oksidan dalam tubuh. Antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut bisa dihambat. Aktivitas antioksidan minuman teh berkisar antara 89.78 - 90.30 %. Aktivitas antioksidan minuman teh pada ketiga jenis daun dipengaruhi dari kandungan total fenol dan total flavonoid. Semakin besar total fenol dan total flavonoid pada minuman teh, maka aktivitas antioksidan pada minuman teh juga meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian total fenol dan total flavonoid pada minuman teh yaitu daun sirsak memiliki 431.33 ppm dan 188.78 ppm sehingga nilai aktivitas antioksidannya juga tinggi. Faktor yang mempengaruhi kadar antioksidan di dalam daun antara lain jenis pohon, tempat tumbuh, bagian daun yang diambil dan komponen kimia pada daun.

Aktivitas antioksidan minuman terendah diperoleh dari lama fermentasi 5 jam (89.04 %), sedangkan aktivitas antioksidan minuman teh tertinggi diperoleh dari lama fermentasi 1 jam (90.87 %). Semakin lama fermentasi maka nilai aktivitas antioksidan semakin menurun, hal ini disebabkan terjadinya proses fermentasi (oksidasi enzimatis) yang mengubah senyawa – senyawa menjadi lebih sederhana. Penurunan komponen bioaktif seperti tanin pada teh selama proses fermentasi (oksidasi enzimatis) menyebabkan daya antioksidan lebih rendah, karena tanin sudah teroksidasi menjadi theaflavin. Hal ini dapat dipengaruhi oleh senyawa bioaktif dalam daun yang tinggi, sehingga kisaran aktivitas antioksidannya cukup tinggi.

Intensitas Warna dan Organoleptik Teh Herbal

Warna merupakan sifat sensoris pertama yang diamati pada saat konsumen melihat produk pangan. Salah satu faktor penentu mutu bahan makanan adalah warna. Warna makanan dapat dijadikan indikator mutu suatu produk. Pengukuran warna dilakukan dengan mengukur komponen warna dalam besaran L (*Lightness*), a (*redness*) dan b (*yellowness*). Nilai warna (L, a dan b) dapat dilihat pada Tabel 9.5

Tabel 9.5. Nilai warna (L, a dan b) pada minuman teh herbal

Jenis Daun	L	a	b
Lamtoro Gung	37.95 ± 1.16 ^a	13.31 ± 0.96 ^b	26.73 ± 0.85 ^{ab}
Sirsak	35.15 ± 0.86 ^b	15.48 ± 0.64 ^a	27.46 ± 1.01 ^a
Salam	35.58 ± 1.08 ^b	14.16 ± 0.66 ^b	25.51 ± 0.92 ^b
Lama Fermentasi			
1 jam	37.13 ± 1.59 ^a	15.01 ± 0.95 ^a	27.45 ± 1,10 ^a
3 jam	36.35 ± 1.58 ^{ab}	14.30 ± 1.06 ^{ab}	26.58 ± 1,03 ^{ab}
5 jam	35.20 ± 1.19 ^b	13.65 ± 1.22 ^b	25.68 ± 0,88 ^b

*) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0,05$).

Minuman teh daun sirsak cenderung memiliki warna yang lebih gelap dibandingkan dengan daun lamtoro gung. Hal ini dapat berkaitan dengan kandungan total polifenol yang memberikan kenampakan warna seduhan teh menjadi cokelat kehitaman. Nilai a dari perbedaan jenis daun berkisar 13.31 – 15.48 menunjukkan bahwa warna seduhan minuman teh pada ketiga jenis daun adalah kemerahan. Nilai b teh herbal sebesar 25.51 – 27.46 yang berarti warna seduhan berwarna kuning. Seduhan minuman teh yang memiliki warna lebih gelap dari ketiga jenis daun adalah daun sirsak, diikuti daun salam dan daun lamtoro gung.

Hasil nilai L, a dan b semakin lama waktu fermentasi minuman teh warna air seduhan cenderung lebih gelap, agak kemerahan dan agak kekuningan. Semakin lama fermentasi maka nilai L, a dan b semakin menurun. Semakin kecil nilai *lightness* maka kecerahannya semakin berkurang, hal tersebut disebabkan oleh perubahan warna teh yang semakin coklat. Hal tersebut berhubungan dengan oksidasi enzimatis. Warna yang dihasilkan akibat proses oksidasi enzimatis ini adalah warna kuning kecokelatan hingga kemerahan. Perubahan warna ini oleh adanya senyawa polifenol yang teroksidasi menjadi theaflavin dan thearubigin. Theaflavin merupakan senyawa yang berperan memberikan warna seduhan teh kuning kemerahan dan thearubigin berperan dalam menentukan kemantapan warna seduhan teh merah kecokelatan agak gelap. Kedua senyawa inilah yang memberikan warna menjadi lebih gelap pada teh.

Kesukaan konsumen terhadap produk pangan juga ditentukan oleh kenampakannya. Minuman teh dengan daun sirsak pada lama fermentasi 1 jam memiliki tingkat kesukaan tertinggi yaitu 154.5 sedangkan daun lamtoro gung dengan lama fermentasi 5 jam memiliki tingkat kesukaan terendah yaitu 49. Hal ini disebabkan minuman teh daun sirsak dengan lama fermentasi 1 jam mempunyai warna yang menarik yaitu gelap kecokelatan dan sesuai dengan nilai L, a dan b yaitu 35.85; 16.10; 28.50 yang menunjukkan warna gelap yang lebih kemerahan dan kekuningan sehingga panelis menyukainya. Warna

minuman teh yang baik adalah normal yaitu cerah (Hijau, kekuningan merah, dan kecoklatan)(standar SNI 03-3836-2012).

Tabel 9.6 Nilai organoleptik minuman teh herbal

Jenis Daun	Lama Fermentasi (jam)	warna	Rasa	Aroma
Lamtoro gung	1	81.0	127.5	133.5
Lamtoro gung	3	66.0	125.0	114.0
Lamtoro gung	5	49.0	118.5	109.0
Sirsak	1	154.5	116.5	107.0
Sirsak	3	133.0	93.0	100.5
Sirsak	5	94.5	59.0	78.5
Salam	1	141.5	108.5	116.5
Salam	3	102.5	83.5	71.5
Salam	5	77.0	76.0	69.5

Keterangan : Semakin besar nilai maka semakin disukai

Senyawa theaflavin memberikan warna merah kekuningan, terang dan berpengaruh terhadap kejernihan seduhan. Fermentasi merupakan proses yang sangat berperan dalam pembentukan warna air seduhan dari proses pembuatan teh hitam. Pemberhentian proses fermentasi yang terlalu awal akan menghasilkan teh yang warnanya terlalu muda, mutu rendah, dan cita rasa belum terbentuk sempurna. Sebaliknya waktu fermentasi yang terlalu lama akan menghasilkan teh yang berwarna gelap, cita rasa kurang dan aromanya menurun.

Rasa pada minuman merupakan faktor kedua yang mempengaruhi cita rasa setelah penampilan minuman. Rasa merupakan rangsangan yang diterima oleh panca indera lidah. Rasa makanan dapat dikenali dan dibedakan oleh kuncup-kuncup kecap yang ada pada lidah. Rasa yang dihasilkan dipengaruhi oleh komponen yang ada di dalam bahan dan proses yang dialaminya. Minuman teh dengan daun lamtoro gung pada lama fermentasi 1 jam memiliki tingkat kesukaan tertinggi dengan rata-rata ranking 127.5. Hal ini disebabkan minuman teh mempunyai rasa yang khas seperti pada teh yaitu sepat dan segar. Komponen yang mempunyai sifat penyegar teh berasal dari senyawa alkaloid, alkaloid utama dalam daun teh adalah kafein. Kafein akan bereaksi dengan katekin atau hasil oksidasinya membentuk senyawa yang menentukan kesegaran (*briskness*) dari seduhan teh. Minuman teh pada dengan daun sirsak pada lama fermentasi 5 jam memiliki tingkat kesukaan terendah yaitu 59 dan tidak disukai oleh panelis, karena rasanya tidak pada rasa khas teh pada umumnya. Rasa minuman teh yang baik adalah khas teh yaitu sepat (standar SNI 03-3836-2012). Tanin memiliki rasa sepat dan

merupakan ciri khas dari produk teh. Fermentasi merupakan proses yang sangat berperan dalam pembentukan rasa dari proses pembuatan teh hitam.

Aroma bisa timbul secara alami atau karena proses pengolahan, seperti penyangraian, pemanggangan dan proses lainnya. Aroma juga bisa berkurang akibat proses pengolahan. Minuman teh dengan daun lamtoro gung pada lama fermentasi 1 jam memiliki tingkat kesukaan tertinggi yaitu 133.5. Aroma minuman teh yang khas yaitu harum. Perubahan selama proses teh hitam adalah pembongkaran protein menjadi asam-asam amino. Asam amino bersama karbohidrat dan senyawa polifenol akan membentuk senyawa aromatis. Minuman teh dengan daun salam pada lama fermentasi 5 jam memiliki tingkat kesukaan terendah yaitu 69.5 aroma agak berbau daun. Fermentasi merupakan salah satu tahapan proses pembentuk aroma dari teh hitam yang dihasilkan. Proses fermentasi yang terlalu cepat maka aroma belum terbentuk, sedangkan apabila terlalu lama akan menghasilkan aroma yang tidak enak. Senyawa pembentuk aroma teh terutama terdiri dari minyak atsiri yang bersifat mudah menguap dan bersifat mudah direduksi sehingga dapat menghasilkan aroma harum pada teh.

Daftar Pustaka

- Aderibigbe S.A, Adetunji O. A and Odeniyi M.A.,. 2011. Antimicrobial and Pharmaceutical Properties of the seed oil of *Leucaena Leucocephala* (Lam) De Wit (Leguminosae). *African Journal of Biomedical Research* 14, 63-68
- Akinshina, A., Ettelaie, R., Dickinson, E., Smyth, G., 2008. Interactions Between Adsorbed Layers of As1-Casein with Covalently Bound Side Chains: A Self-Consistent Field Study. *Biomacromolecules* 9, 3188–3200
- Amoo IA, OT Adebayo, AO Oyeleye.2006. Chemical Evaluation of Winged Beans (*Psophocarpus tetragonolabus*), Pitanga Cherries (*Eugenia uniflora*) and Orchid Fruit (*Orchid fruit myristica*). *African. J food Agr.Nutr.Dvlpmnt*.
- Arora, S. P. 1989. Pencernaan Mikroba pada Ruminansia. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Astuti, M., Meliala, Andreanyta., Fabien, Dalais., Wahlq, Mark. 2003. *Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. Asia Pacific J Clin Nutr (2000) 9(4): 322–325.*
- Australian Dairy Goods., 2008. Spesification for Sodium Caseinate. Australian Dairy Goods Pty Ltd. Departemen Health. 1992. List of Food Composition . Jakarta
- Budiansyah, A., Resmi, Nahrowi, Wiryawan, K.G., Suhartono, M.T., Widyastuti, Y. 2011. *Hidrolisis Zat Makanan Pakan oleh Enzim Cairan Rumen Sapi Asal Rumah Potong Hewan. Jurnal Agrinak. 01. (1) : 17-24.*
- Budijanto S, Sitanggang AB dan Murdiati W . 2011. *Karakteristik Sifat Fisiko Kimia Dan Fungsional Isolat Protein Biji Kecipir (Psophocarpus Tetragonolobus L).* *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan. XXII. (2) : 130-136.*

- Chancay, N. dan N. Poosaran. 2009. The reduction of mimosine and tanin contents in leaves of *Leucaena leucocephala*. Asian Journal of Food and Agro-Industry. Special Issue : 137-144.
- Chariote, Em-on., Chariote, Griangsak and Lumyong, Saisamorn. 2009. *Red Yeast rice Prepared from thai Glutinous Rice and the antioxidant Activities*. Chiang Mai J. Sci. 2009;36(1) :42-48
- Cowan, M., 1999, Plant Product as Antimicrobial Agent, Clinical Microbiology Reviews, 12 (4).
- Crouse RG, Maxwell JD, Blank H. 1962. Inhibition of Growth of Hair by Mimosine. *Nature* 194, 694 – 695
- Dalimarta, S. 2008. 1001 Resep herbal. Jakarta. Penebar Swadaya
- Devi, P. K. S., Astuti, K. W., Yadnya-Putra, A. A. G. R. 2013 Uji Aktivitas Vermisidal Ekstrak Etanol Daun Lamtoro (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) pada Cacing Gelang Babi (*Ascaris suum* Goeze) Secara *In Vitro*..
- Fardiaz dan Zakaria. 1996. Toksisitas dan Imunogenitas Pigmen Angkak yang Diproduksi dari Kapang *Monascus purpureus* Pada Substrat Limbah Cair Tapioka. Buletin Tek. Pangan 1 (12): 34-38.
- Fitriliyani, Indira. 2010. *Peningkatan Kualitas Nutrisi Tepung Daun Lamtoro Sebagai Pakan Ikan dengan Penambahan Ekstrak Enzim Cairan Rumen Domba*. Berita Biologi 10 (2).
- Gupta HK. 1995. Mimosine degradation, its residual effect on milk and meat in animals on *Leucaena leucocephala* diet. Ph.D. Thesis. National Dairy Research Institute, Karnal, India. krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/68927
- Hafidah, Nur. 2013. *Pembuatan Pekatan Protein Biji Lamtoro Gung (Leucena leucocephala) dengan Kajian Konsentrasi Enzim Limbah Kulit Nanas dan Lama Inkubasi*. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri. UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Hagerman, A. E. 2002. Tannin Handbook. Department of Chemistry and Biochemistry, Miami University.
- Harborne, J. B. (1987). Metode fitokimia penentuan cara modern menganalisis tumbuhan. Bandung: ITB.
- Hartomo, A.J. dan Widyatmoko M.C. (1993). Emulsi dan Pangan Instan Ber-Lesitin, Cetakan I. Andi Offset. Yogyakarta.
- Hesseltine, C.W. dan H.L. Wang. 1972. Fermented Soybean Food Products. Di dalam A.K Smith dan S.J. Circle (eds). Soybean : Chemistry and Technology. The AVI Publ. Co. Inc., Westport, Connecticut.
- Hsing Tan Lie. 2012. Antioxidant and tyrosinase inhibitor from *Leucaena leucocephala*. Afr J Biotechnol 11 (77): 14182-14185
- Hudson, B.J.F. 1994. New and Developing Sources of Food Proteins. Chapman & Hall, London

- Kasmidjo, R.B. 1990. Tempe : Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan serta Pemanfaatannya. PAU Pangan dan Gizi. UGM, Yogyakarta.
- Kilara, A., 1994 Whey Protein Functionality. In Protein Functionality in Food Systems. Eds. Hettarachy, N. and Ziegler, G.R., Marcel Dekker Inc., New York
- Kinsella J. E 1979. Functional properties of soybean protein. *Clock. Oil. Chem. Soc.* 56: 242-258.
- Kusnandar, Feri. 2010. Kimia Pangan. Dian Rakyat. Jakarta.
- Law MR, Wald NJ, Wu T, Hacksaw A, Bailey A. 1994. Systematic underestimation of association between serum cholesterol concentration and ischaemic heart disease in observational studies: data from the BUPA study, *Br.Med.*..308-363
- Meyer, L. H. (1973). Food Chemistry. Affiliated East-West PVT. Ltd., New Delhi.
- Montagna, W. and J.S. Yun, 1963. The effect of the seeds of *Leucaena glauca* on the hair follicle of mouse. *Trop. Grasslands*, 2: 19-30.
- Mutschler E, 1991, Dinamika Obat, Diterjemahkan oleh Mathilda B. W., Anna S. R., Bab 9, Profilaksis dan Terapi Penyakit Infeksi, Edisi ke-5, Penerbit ITB, Bandung, p. 637.
- Naz, S.2002. Enzymes and Food. Oxford University. Press. Pakistan
- Neilsen, P.M., 1997. Functionality of Protein Hydrolysates. Di dalam Food Proteins and Their Applications, S. Damodaran, dan A. Paraf. Marcel Dekker, New York. Pp:443-472
- Nuria, M.C., Faizatun, A., Sumantri. 2009. Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun jarak pagar (*Jatropha curcas* L) terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Escherichia coli* ATCC 25922, dan *Salmonella typhi* ATCC 1408. *J. Mediagro*. Vol 5. No 2, 2009: hal. 26 – 37
- Okezie , B.O and Bello, A.B (1988). Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *Journal of Food Science*, 53(2). 450-454
- O'Regan, J., Mulvihill, D.M., 2009. Preparation, Characterisation and Selected Functional Properties of Sodium Caseinate–Maltodex-Trin Conjugates. *Food Chem* 115, 1257–1267.
- Panjaitan TS, Sutarta, Muhammad Fauzan dan Prisdiminggo. 2012. Perbanyakkan Lamtoro melalui Persemaian.<http://ntb.litbang.pertanian.go.id>.
- Peleg, M dan E.B. Bagley. 1983. Physical Properties of foods. Wesport AVI Publishing Co.
- Poedjiadi, A dan Supriyanti, T. 2006. Dasar-dasar Biokimia. Edisi revisi. UI-Pres. Jakarta.
- Rahayu A, Suranto dan Purwoko T. 2004. Analisis Karbohidrat, Protein, dan Lemak pada Pembuatan Kecap Lamtoro Gung (*Leucaena leucocephala*) terfermentasi *Aspergillus oryzae*. *Jurnal Bioteknologi* 2 (1): 14-20.



- Rosida DF, Fardiaz D, Apriyantono A dan Andarwulan N. 2006. Isolasi dan karakterisasi melanoidin kecap manis dan peranannya sebagai antioksidan. *J. Tekn. dan Industri Pangan*. Vol. XVII no.3 p.204-213
- Rosida DF, Sudaryati HP, Constantia F. 2012. Kajian Peran Angkak Pada Kualitas Tempe Kedelai-Lamtoro Gung (*Leucaena Leucocephala*). *Rekapangan vol. 6.no.1 tahun 2012*
- Rosida DF, Hapsari N, Djajati S, Erdianti. 2015. Characteristics of functional properties of beans protein resulted extraction of hydrochloric acid. *Proceeding of the 1st International Joint Conference Indonesia-Malaysia-Bangladesh-Ireland 2015 Universitas Ubudiyah Indonesia, 27 - 28 April 2015. Banda Aceh. Indonesia*
- Ruri, Septian. 2014. Pengaruh Perbandingan Jamur Tiram dan Tapioka dengan Penambahan Putih Telur terhadap Mutu Bakso Jamur Tiram. Skripsi. USU. Medan.
- Schubert. 1987. Food Particle Technology Part 1. Properties of Particles and paticulate food systems. *J. Food Eng* 6. 1-32
- Shurtleff W., and A. Aoyagi, 1979. The Microbiology and Chemysry of Tempeh Fermentation. The Book of Tempeh, Profesional Addition. Harper and Row Publisher, New York.
- Slamet, D.S. 1982. Lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*) sebagai bahan sumber gizi untuk manusia, Seminar Nasional Lamtoro I, Jakarta.
- Slamet, D.S. 1982. Lamtoro gung (*Leucaena leucocephala*) sebagai bahan sumber gizi untuk manusia, Seminar Nasional Lamtoro I, Jakarta.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1995. Syarat Mutu Sosis Daging. SNI 01-3820-1995. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Sirait, M. Ziarmasi. Penuntun Fitokimia dalam Farmasi. Penerbit ITB. Bandung
- Sitompul, S.M. dan Guritno, B. 1995. Pertumbuhan Tanaman. UGM Press. Yogyakarta
- Soerjoatmodjo dkk. 1964. Membina Usaha Perkebunan Lamtoro Gung. Balai Pustaka.
- Snyder, H.E. and W. Kwon, T. 1987. *Soybean Untiluzatin*. an AVI Book. Published by van Nostrad Rein hold company, New york.
- Syamsudin et al. 2010. Antidiabetic Activity of Active Fractions of *Leucaena Leucocephala* (Imk) Dewit Seeds in Experiment Model. *European Journal of Scientific Research*. Vol 43 (3): 384-391.
- Suprpto. 1993. Bertanam Kacang Hijau. Penebar Swadaya. Jakarta. 70 halaman.
- Suwanto, A. 1985. Produksi angkak sebagai zat pewarna makanan. *Media T e k Pangan* 1 (2): 8-14.
- Suwarno, Maryani. 2003. *Potensi Kacang Komak (Lablab Purpureus (L) Sweet) Sebagai Bahan Baku Isolat Protein Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- Wijana, S., Kumalaningsih, A. Setyowati, U. Efendi dan N. Hidayat, 1991, Optimalisasi Penambahan Tepung Kulit Nanas dan Proses Fermentasi pada Pakan Ternak

- terhadap Peningkatan Kualitas Nutrisi, ARMP (Deptan), Universitas Brawijaya, Malang.
- Wong, H.C., dan Koehler, P.E. 1981. *Mutant of Monascin pigment production*. J. Food. Sci. 46: 956-957.
- Yeum KJ, Beretta G, Krinsky NI, Russell RM Aldini. 2009. Synergistic interactions of antioxidant nutrients in a biological model system Nutrition 25(7-8): 839-846
- Zayas, J. F. 1997. *Functionality of Protein in Food*. Springer. Germany.
- Zellagui, A., Rhouati, S., Creche, J., G, Tóth, Ahmed, A.A and Paré, P.W. 2004. *Anti-Microbial Activity of the alkaloid extract of Genista Microcephala: Isolation and complete 1 h and 13c chemical shifts assignments of Lupanine and Scalycotomine*. Constantine: University Mentouri



Indeks

A




aglikon 16, 21, 31
alkaloid 11, 12, 16, 21, 30, 72, 75, 77, 79, 80, 81, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 93, 97, 98, 99, 100, 102, 114, 121
Amadori rearrangement 29–126
angkak 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 26, 29, 30, 120
Antibakteri vii, 70, 95, 98, 102
antidiabet 3
antikanker 21, 30, 69
antioksidan 3, 10, 16, 17, 21, 22, 30, 31, 70, 72, 75, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 106, 108, 109, 110, 111, 112, 120
asam amino 9, 10, 11, 12, 16, 18, 19, 23, 24, 27, 28, 29, 30, 34, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 50, 52, 54, 55, 57, 62, 63, 64, 65, 69, 115
asam glutamat 44

B

biji muda 3, 13, 25, 93, 97, 100, 101, 103, 107
biji tua 3, 84, 85, 91, 93, 97, 100, 101, 103, 107
bioaktif iii, vii, 3, 14, 71, 75, 76, 85, 95, 97, 100, 110, 112
bulk density 37, 41

D

daun vii, 1, 3, 4, 7, 8, 12, 26, 39, 76, 77, 93, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 119



dehidrasi 24, 98, 102
densitas Kamba vi

E

EMULSIFIER vi

F

farmasi 3, 69, 70, 105
fenol 10, 16, 17, 20, 21, 30, 31, 81, 82, 83, 93, 96, 97, 100, 107, 108, 109, 110, 111, 112
fermentasi 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 36, 54, 111, 112, 113,
114, 115
flavor 17, 20, 24, 37, 60, 68, 92
fluks permeat 36
fouling 36

G

glikosida 16, 21, 31, 83

H

hidrofilik 34, 36, 40, 41, 42, 46, 50, 62, 63, 88, 92, 93, 99
hidrofobik 34, 35, 42, 46, 47, 58, 59, 62, 63
hidrolisis vi, 16, 30, 35, 38, 39, 42, 55, 87

I

industry 36
interfasial 34, 38, 42, 46, 47, 49, 56
isoflavon 16, 21, 22, 31

K

karotenoid 16, 80
Kecap v, vi, 16, 17, 18, 20, 23, 119
ketosamin 55
kolesterol 8, 17, 22, 23, 71
Konsentrat vi, 33, 34, 35, 36, 38, 42, 43, 44, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 56, 57, 58, 59, 68

L

lamtoro iii, vi, vii, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 25, 26, 27,
28, 29, 30, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58,
59, 60, 62, 63, 64, 65, 67, 69, 70, 71, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89,
90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 114, 115
Leguminosae 1, 60, 117
lipase 15, 19, 30, 39

lipofilik 34, 42, 63, 88, 92, 93, 99
lovastatin 14

M

malonaldehid 90, 91
melanoidin 29, 55, 120
mevinolin 14
milk-like taste 60, 68
mimosin 9, 11, 12, 72, 87, 106, 111
Monascus purpureus 14, 118

N

Non Dairy Creamer vii, 62, 67
nutrisi iii, 8, 9, 10, 12, 16, 17, 39, 43, 54, 69, 99, 102

P

peptide 18, 23, 24
pigmen 14, 16, 21, 24, 29, 30, 80
piruvaldehid 55
protease 16, 19, 20, 27, 29, 30, 39, 40, 43, 98
protein vi, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 72, 87, 96, 98, 99, 102, 115, 119, 120

Q

quencher 21, 31

R

reaksi Maillard 17, 22, 23, 24, 29, 54, 55
Rhizopus 13, 16, 20, 21, 25, 70
Roti Manis vi, 49, 50, 53

S

saponin 75, 77, 79, 80, 81, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 97, 98, 99, 100, 102
sodium caseinate 60, 63, 64, 67, 68
Sosis vi, 55, 56, 59, 120
surface active agents 46

T

Taksonomi v, 2
tannin 98
tauco 22, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31

Teh herbal vii, 110
tekstur 15, 33, 34, 35, 37, 45, 47, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59
Tempe v, 13, 14, 15, 18, 117, 119, 120
theaflavin 111, 112, 113, 114
thearubigin 111, 113
Toksistas 11, 118
trigliserida 17, 23, 71

U

ultrafiltrasi 35, 36

V

vitamin 9, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 26, 27, 30, 42, 75, 85, 87, 90, 105

W

Water Holding Capacity 36, 57