

PRODUKSI *SMOKE LIQUID GREAT DUA* DARI LIMBAH TANAMAN KELAPA DENGAN *NORDIC BODY MAP*

Hasmawaty. AR¹, Amiluddin Z², Rian³

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik

Universitas Bina Darma Palembang

Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 03 Palembang

Sur-el : hasmawaty_ar@mail.binadarma.ac.id , amiluddin@binadarma.ac.id

Abstrak :Limbah dari tanaman kelapa seperti tempurung kelapa kopra dan cangkang kelapa sawit akan membusuk dan merusak lingkungan. Oleh sebab itu kedua limbah tersebut dimanfaatkan menjadi bahan pengawet makanan yang berasal dari liquid hasil pembakaran yang disebut asap cair (*smoke liquid*). Pembuatan *smoke liquid* cukup sederhana dan dapat dikembangkan untuk masyarakat daerah yang mempunyai potensi tanaman kelapa baik kelapa kopra maupun kelapa sawit. Selain menjadikan lingkungan bersih juga sebagai *income* masyarakatnya. Masyarakat dapat memproduksi alat *prototype smoke liquid* sekaligus memproduksi *smoke liquid* dan hasilnya dapat dijual keindustri-industri yang menggunakan pengawet makanan atau industri karet untuk menghilangkan bau dalam prosesnya. Alat *prototype* untuk pembuatan asap cair terbuat dari bahan seperti; besi tuang, baja, *stainless steel*, dan fiber. Memproduksi *smoke liquid* dengan cara proses pirolisis diantaranya dengan reaksi dekomposisi, oksidasi, polimerisasi dan terakhir kondensasi. Proses pembuatan *smoke liquid* dengan suhu yang dimulai dari 100°C sampai 400°C. Unit Distilasi dilakukan dengan kondisi batch. Bagian unit distilasi antara lain; *tray tower*, *sieve tray*, *sectional construction*, *downcomers*, *flooding*, *weep point*, *tray spacing*, *active hole area*, dan efisiensi *tray*. Hasil analisis diantaranya; (1) Distilasi tar menghasilkan produk sampingan yang berpotensi sebagai bahan bakar. Rendemen *smoke liquid* yang maksimal adalah pada temperatur 400°C sebesar 797ml destilat dari tempurung kelapa. Produk arang dari hasil proses pembuatan *smoke liquid* pada temperature tertinggi yaitu 400°C dengan berat arang sebanyak 387,43gram dengan menghasilkan *smoke liquid* terbanyak yaitu 797ml, dengan bahan baku dari tempurung kelapa. (2) Hasil *smoke liquid* yang diperoleh dari bahan baku tempurung kelapa dan cangkang sawit dapat dimanfaatkan untuk bahan pengawet makanan salah satunya seperti ikan yang disebut ikan sale. Pembuatan ikan sale dengan *smoke liquid* wujud peduli lingkungan, karena mengurangi karbondioksida yang terbang ke udara, dibandingkan dengan para produsen yang membuat ikan sale dengan cara pembakaran langsung yang menghasilkan asap yang mengeluarkan CO₂. (3). Mesin *prototype* yang dihasilkan adalah ergonomis, karena dianalisis dengan *nordic body map* untuk para produsen pembuat *smoke liquid* dimasa datang agar lebih produktif.

Kata Kunci: Kelapa kopra, cangkang kelapa sawit, pirolisis, dan *nordic body map*

I. PENDAHULUAN

Limbah kelapa seperti limbah tempurung kelapa dari kopra dan cangkang kelapa sawit apabila terus ditumpuk dan tidak dimanfaatkan akan menjadi masalah besar, karena tumpukan tersebut dikelompokkan sebagai limbah.

Limbah-limbah tersebut akan membusuk dan merusak lingkungan. Sekarang ini jenis limbah tersebut sudah dimanfaatkan menjadi bahan yang lebih bernilai. Contoh pemanfaatan dari limbah tempurung kelapa dari kopra sudah banyak diolah menjadi alternatif bahan bakar seperti arang dan

pengrajin untuk rumah tangga sampai bermacam-macam asesoris dan banyak lagi yang lainnya. Sedangkan limbah dari cangkang kelapa sawit dan batang kelapa sawit selama ini selain dimanfaatkan untuk ditebar atau dihamparkan di jalan-jalan area perkebunan. Tujuan dihamparkan ke tanah jalan di area perkebunan adalah untuk menanggulangi tanah-tanah yang tergenang air di area perkebunan khususnya di musim hujan, selebihnya batang beserta cangkang kelapa sawit yang sudah tua dibiarkan saja lapuk secara alami. Tetapi sekarang sudah banyak batang dan cangkangnya diolah menjadi material yang lebih bernilai seperti pupuk, batako dan lainnya. Hasil penelitian dari kedua limbah tersebut dapat juga dimanfaatkan jauh lebih besar nilainya jika diolah menjadi bahan pengawet makanan yang berbentuk liquid. Liquid ini berasal dari hasil pembakaran/penyulingan yang disebut asap cair (*smoke liquid*).

Smoke liquid adalah suatu zat liquid-asap yang sangat banyak manfaatnya disamping dapat dimanfaatkan menjadi pengawet makanan juga dapat dimanfaatkan sebagai zat penghilang bau yang disebut *deodorizer*. Zat penghilang bau ini sangat menguntungkan bagi pengusaha khususnya pabrik karet. Pemanfaatan *smoke liquid* ini untuk menghilangkan bau busuk yang dikeluarkan saat proses karet menjadi lateks dan seterusnya menjadi latek. Bau yang ditimbulkan dari pabrik karet membuat

ketidaknyamanan para pekerja pabrik karet dan penduduk yang berada di wilayah dekat pabrik yang selalu mengeluh dengan bau tidak sedap yang berasal dari pabrik karet, apalagi saat angin mengarah ke rumah penduduk. Adanya penemuan *smoke liquid* menjadi solusi yang sangat bermanfaat bagi banyak industri-industri dan masyarakat. Solusi dari penemuan ini khusus terhadap pihak industri maupun masyarakat yang mendapat keuntungan dari inovasi dalam pemanfaatan limbah kelapa kopra dan kelapa sawit dalam bentuk *smoke liquid* ringan dan asam yang siap untuk langsung dipakai.

Smoke liquid merupakan suatu zat dihasilkan dari hasil proses kondensasi atau proses pengembunan dari uap hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung zat lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon dan senyawa lainnya, dengan proses destilasi. (BBN, 2007). Dalam hal ini bahan-bahan yang mengandung zat seperti lignin, selulosa, hemiselulose, karbon, dan zat lainnya yang dihasilkan dengan cara tahapan distilasi berulang. Zat-zat tersebut banyak terdapat di limbah kelapa kopra dan limbah kelapa sawit, namun belum banyak yang menganalisa persentase kadarnya.

Pembuatan *smoke liquid* cukup sederhana dan dapat dikembangkan untuk masyarakat daerah yang mempunyai potensi

tanaman kelapa baik kelapa kopra maupun kelapa sawit. Manfaat memproduksi smoke liquid selain menjadikan daerah setempat berwawasan lingkungan juga sebagai *income* masyarakatnya. *Income* masyarakat baik bagi petani kelapa kopra dan kelapa sawit maupun untuk masyarakat biasa. Keuntungannya masyarakat dapat memproduksi alat *prototype smoke liquid* juga dapat memproduksi smoke liquid secara kontinyu dan hasilnya dapat dijual keindustri-industri yang menggunakan pengawet makanan atau industri karet untuk menghilangkan bau dalam prosesnya.

Alat *prototype* untuk pembuatan asap cair terbuat dari bahan seperti; besi tuang, baja, *stainless steel*, dan fiber. Penelitian Erliza, 2012 tahapan-tahapan pembuatan *smoke liquid* diantaranya:

1. Peralatan yang digunakan untuk membangun sebuah instalasi pembuatan *smoke liquid* dapat dirakit sendiri dengan standard yang telah ditentukan seperti kekedapan, kekuatan dan keamanan dalam pengoperasiannya, dengan peralatan dan bahan yang disiapkan;
 - a. Wadah pengarangan, ruang pembakaran, penampung tar/ *smoke liquid*, destilator dapat dibuat dari stainless steel atau drum besi yang dimodifikasi.
 - b. Pipa besi yang dimodifikasi yang dibentuk.
 - c. Alat pemanas dapat berupa blower

dan atau dapat menggunakan sekam/arang.

- d. Pipa PVC (jumlah dan ukuran disesuaikan)
 - e. Pompa air.
 - f. Tangki air dan penyangganya.
2. Proses pembuatan *smoke liquid* menggunakan bahan baku untuk pembuatan *smoke liquid* bisa apapun yang termasuk bahan organik yang mempunyai selulosa. Tetapi saat ini yang lazim digunakan sebagai bahan baku untuk *smoke liquid* adalah tempurung kelapa kopra dan canggang kelapa sawit, karena pohon kelapa terdapat dimana-mana dan limbahnya berlimpah.
 3. Proses pemurnian *smoke liquid* tujuannya untuk mendapatkan *smoke liquid* yang tidak mengandung bahan berbahaya sehingga aman bagi bahan pengawet makanan. *Smoke liquid* yang diperoleh dari kondensasi asap pada proses pirolisis diendapkan selama seminggu.
 4. Kemudian cairannya diambil dan dimasukkan ke dalam alat destilasi. Suhu destilasi sekitar 150°C, hasil destilasi ditampung. Setelah di destilasi dilanjutkan dengan proses filtrasi destilat dengan zeolite aktif, tujuannya untuk mendapatkan zat aktif yang benar-benar aman dari zat berbahaya. Caranya, zat destilat *smoke liquid* dialirkan ke dalam kolom zeolite aktif yang berisi karbon aktif sehingga diperoleh filtrate *smoke*

liquid yang alami, aman dari bahan berbahaya dan bisa dipakai untuk pengawet makanan non karsinogenik, disamping itu bau asapnya sudah tidak menyengat. Sedangkan asapnya dikategorikan bau yang ringan. *Smoke liquid* yang dihasilkan ini disebut *smoke liquid* dengan *great 2* yaitu sebagai pengawet makanan pengganti formalin. *Smoke liquid* yang dihasilkan berwarna kuning bening, rasanya asam yang tidak kuat yaitu tergolong asam asetat. Menurut Septiaji dkk (2013) asam asetat merupakan asam yang dominan dalam *smoke liquid*. Cara penggunaan *smoke liquid* adalah makanan yang akan diawetkan dicelupkan langsung ke dalam *smoke liquid great 2* tersebut yang telah diencerkan 25% dan ditambahkan garam, ketahanan makanan bisa sampai 3 bulan lamanya.

Sedangkan memproduksi *smoke liquid* dengan tahapan yang dilakukan adalah dengan cara proses pirolisis diantaranya dengan reaksi dekomposisi, oksidasi, polimerisasi dan terakhir kondensasi. Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat dengan oksigen terbatas sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun kayu keras (Yaman, 2004).

Komposisi tempurung kelapa kopra maupun cangkang kelapa sawit terdiri dari hemiselulosa, selulosa, dan lignin. Ketiga

zat ini akan teroksidasi menjadi fenol yang merupakan kandungan utama dalam *smoke liquid* yang merupakan bahan absorpsi cukup bermanfaat sebagai bahan pengawet, anti bakteri atau jamur. Lignin merupakan konstituen terbesar dalam cangkang kelapa sawit yang persentasenya mencapai (51,5%) diikuti oleh hemiselulosa (22,3%), dan selulose (20,5%), Saka dkk (2008).

Manfaat yang tidak kalah pentingnya adalah bahan yang sangat ramah lingkungan karena proses pengawetan tidak menggunakan bahan kimia. Mengawetkan bahan makanan karena adanya senyawa fenol sebesar 4.13%, karbonil sebesar 11,3%, dan senyawa asam sebesar 10,2%. Menurut Purnama dkk (2007), bahwa golongan penyusun asap cair diantaranya air (H₂O) sebesar 11-52%, asam sebesar 2,8-9,2%, fenol sebesar 0,2-2,9%, karbonil sebesar 2,6-4,0%, dan tar sebesar 1-7% (Purnama dkk, 2007). Masih menurut Purnama dkk (2007) temperatur pirolisis yang baik untuk kualitas *smoke liquid* adalah pada 400°C karena akan memiliki sifat organoleptik terbaik.

Tujuan penelitian ini adalah membuat *smoke liquid* dengan cara memanfaatkan limbah tanaman kelapa berupa tempurung kelapa kopra dan cangkang kelapa sawit untuk pembuatan ikan salai tanpa asap. Bahan yang akan diawetkan adalah jenis dari makanan seperti ikan. *Smoke liquid* yang dihasilkan contohnya untuk dijadikan

bahan utama dalam pembuatan ikan salai yang aman dan sehat, karena dengan pengawetan menggunakan smoke liquid, ikan tetap mengandung protein yang tinggi. Oleh sebab itu tahapan penelitian yang harus dilakukan untuk:

1. Menentukan unit/mesin prototype dan bahan-bahan yang cocok untuk dipergunakan pada proses *smoke liquid* secara ergonomis dengan metode *nordic body map* mulai dari posisi kerja sampai metode kerja.
2. Menganalisis banyaknya *smoke liquid* yang berasal baik dari tempurung kelapa kopra maupun dari cangkang kelapa sawit, dengan membandingkan banyaknya dalam berat arang maupun banyaknya smoke liquid dalam meliliter dari masing-masing bahan bakunya.

Manfaat penelitian adalah (1) mengatasi lingkungan dari limbah tanaman kelapa yaitu menjadikan limbah tersebut lebih bernilai, dengan cara menghasilkan unit/mesin prototype pembuatan smoke liquid, sekaligus sebagai *income* bagi petani/masyarakat yang mempunyai perkebunan tanaman kelapa, apa bila dapat memproduksi unit/alat prototype pembuatan smoke liquid. Produksi mesin pembuatan smoke liquid dan hasil smoke liquid yang diperoleh, dapat dijual ke beberapa industri yang membutuhkannya seperti industri karet, industri mengolah makanan sebagai bahan pengawet yang alami dan aman. (2)

menghasilkan mesin prototype yang ergonomis sehingga para operator bekerja tidak mudah cape ataupun cidera.

2. METODOLOGI

Menentukan mesin prototype yang ergonomis sehingga para operator bekerja tidak mudah cape ataupun cedera. Metode *nordic body map* akan dianalisis untuk solusi perbaikan mulai dari posisi kerja sampai metode kerja. Proses yang tepat untuk menghasilkan *smoke liquid* dengan bahan baku tempurung kelapa kopra dan cangkang kelapa sawit, dengan tahapan menyiapkan rangkaian *prototype* mesin penghasil *smoke liquid*. Proses memanfaatkan tempurung kelapa kopra dan cangkang kelapa sawit, sebagai bahan baku ini diambil dari dua tempat yang berbeda, yaitu tempurung kelapa diperoleh dari beberapa pasar tradisional di Kota Palembang yang telah berupa tumpukan limbah (sampah). Tumpukan sampah berupa tempurung kelapa berasal dari sisa penjualan kelapa kopra untuk keperluan rumah tangga atau beberapa rumah makan. Limbah tempurung kelapa kopra belum banyak yang memanfaatkannya, sehingga akan tertumpuk menggunung yang menjadi salah satu permasalahan banyaknya kasus perusak lingkungan. Limbah tempurung kelapa kopra diambil dari pasar Cinde dan pasar Gubah sebanyak masing-masing dua karung, dengan ukuran karung beras seberat 10 kilogram.

Sedangkan limbah cangkang kelapa sawit, hasil wawancara dengan pihak perkebunan, mengatakan limbah tersebut juga menjadi masalah cukup besar bagi lingkungan apabila tidak diolah. Luasnya perkebunan yang ada sekarang dalam menyelesaikan lingkungan akibat adanya limbah tersebut solusi yang ada baru sebatas memanfaatkannya menjadi lapisan untuk tanah jalanan keluar masuk (menuju atau dari) perkebunan. Untuk mengatasi masalah limbah ini sudah banyak pihak akademis bersama-sama dengan pihak perusahaan perkebunan menganalisis masalah limbah kelapa sawit ini, dan hasilnya disosialisasikan ke masyarakat. Tujuan sosialisasi adalah agar masyarakat khususnya masyarakat yang mempunyai perkebunan mengetahui akan besarnya manfaat limbah ini jika diolah menjadi bahan yang lebih bernilai. Hasil analisis yang diperoleh dan materi sosialisasi yang diberikan ke masyarakat diantaranya; pembuatan prototype mesin teknologi dalam pembuatan pupuk, biodisel, bahan tambahan untuk membuat batako untuk pagar, dan lainnya. Tetapi masih tetap sedikit masyarakat khususnya yang mempunyai perkebunan tertarik memanfaatkan limbah ini. Penelitian ini menawarkan akan manfaat limbah cangkang kelapa sawit jika diolah menjadi *somke liquid*, dan akan menjadi *income* masyarakat sampai menambah pendapatan daerah jika dikelola dengan baik

secara kontinyu. Saat sosialisasi ke beberapa kabupaten yang mempunyai tanaman kelapa kopra maupun kelapa sawit, dampaknya saat menentukan pengambilan sampel baik masyarakat yang mempunyai perkebunan dan pihak perusahaan perkebunan negara sangat antusias membantu untuk mengumpulkan limbahnya untuk diteliti. Tetapi sampel yang dipilih adalah limbah cangkang kelapa sawit dari perkebunan kelapa sawit daerah Kabupaten Ogan Komring Ilir (OKI).

Setelah sampel telah dikumpulkan, maka dilakukan tahapan penelitian. Penelitian dilakukan pada dua tempat, yaitu merangkai alat penghasil *smoke liquid* di laboratorium (bengkel) Program Studi Teknik Industri Universitas Bina Darma. Sedangkan *smoke liquid* yang diperoleh dengan cara proses pirolisis saat pembuatan *smoke liquid* dilakukan di Politeknik Sriwijaya. Tahapan penyelesaian penelitian pembuatan *smoke liquid*, dimulai dari tahapan sebagai berikut:

1. Pengambilan data primer dan sekunder di lapangan, dibersihkan, dicuci dan disiapkan untuk diolah sebanyak kurang lebih 5 kilogram
2. Merangkai mesin/alat untuk pembuatan *smoke liquid* skala laboratorium.
3. Proses produksi *smoke liquid*, dengan cara proses pirolisis. Pembuatan *smoke liquid*, diawali dengan dibakar dengan cara proses pirolisis sampai menjadi

smoke liquid. Poses tersebut melalui tahapan-tahapan suhu yang dimulai dicatat dari 150°C sampai 400°C.

4. Melakukan pengamatan secara cermat setiap perubahan suhu, berikut dengan perubahan warna yang terjadi, dan dicatat setiap perubahan.
5. Mengamatinya dengan cara melihat dan mencatat banyaknya hasil pirolisis dari masing-masing dari bahan baku yang dipakai yaitu komposisi antara banyaknya arang yang dihasilkan dalam satuan berat gram dan banyaknya *smoke liquid* yang dihasilkan dalam mililiter, dari kedua bahan baku tersebut.

Penelitian pembuatan *smoke liquid*, yaitu dengan tahapan destilasi yaitu dengan cara penguapan dari uap hasil pembakaran dari tempurung kelapa kopra dan cangkang kelapa sawit yang banyak mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain. Unit distilasi dilakukan dengan kondisi batch atau kontinyu. Bagian unit distilasi antara lain; *tray tower, sieve tray, sectional construction, downcomers, flooding, weep point, tray spacing, active hole area*, dan efisiensi *tray*.

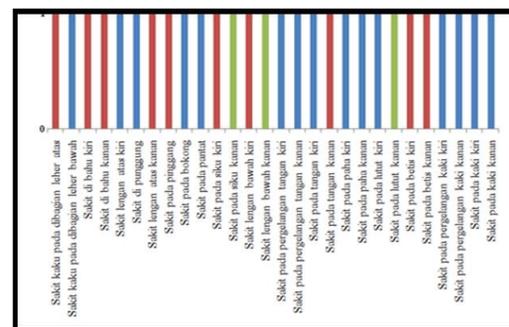
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Mesin Prototype Pembuat *Smoke Liquid Ergonomis*

Menentukan alat untuk mesin prototype penghasil *smoke liquid* dengan bahan baku

tempurung kelapa kopra dan cangkang kelapa sawit, dimulai dengan cara merangkai bahan-bahan seperti *tray tower, sieve tray, sectional construction, downcomers, flooding, weep point, tray spacing, active hole area*, dan efisiensi *tray*. Rangkaian alat-alat tersebut menghasilkan unit mesin prototype, dengan ukuran fisik mesin yang ergonomis. Maksud ergonomis adalah aman dipakai oleh produsen dalam hal ini operator. Analisis untuk kenyamanan dalam operasional mesin dan ukuran alat-alat sesuai dengan standar rata-rata tinggi manusia. Begitu juga jenis alat-alat yang dipilih untuk digunakan dalam proses pembuatan *smoke liquid* adalah *stainless steel*. Bahan yang terbuat dari *stainless steel* tahan lama, dan tidak korosi yang dapat menyebabkan karat.

Pengolahan data *nordic body map* dalam bentuk grafik untuk memperjelas keluhan otot dalam bentuk diagram kuesioner.



Gambar 1. Data Jenis Keluhan Operator

Sumbu Y adalah menunjukkan operator atau pekerja, dan sumbu X adalah menunjukkan jenis keluhan. Warna ungu, menunjukkan rasa sakit sekali, warna hijau,

menunjukkan rasa sakit, warna merah menunjukkan rasa agak sakit, dan warna biru, menunjukkan rasa tidak sakit. Hasil yang didapat dari pengamatan dan perekaman video menggunakan metode *nordic body map* akan dianalisis untuk solusi perbaikan mulai dari posisi kerja sampai metode kerja.

a. Analisis Posisi Kerja Operator

Posisi kerja yang salah akan mengakibatkan munculnya keluhan-keluhan yang terjadi pada 28 jenis keluhan berdasarkan metode pengukuran keluhan otot *nordic body map*. Analisis posisi kerja dilakukan dengan mengamati pekerja dalam hal ini mahasiswa teknik Industri Universitas Bina Darma yang melakukan pengukuran. Pengamatan posisi kerja dilakukan dengan merekam sebuah video. Hasil pengamatan mendapatkan 3 posisi kerja dari awal proses pengecilan bahan baku kelapa sampai pengamatan, yang dilakukan oleh mahasiswa sebagai operator yaitu berdiri tegak. Posisi kerja ini dapat menyebabkan kaki sakit, pembengkakan kaki, varises, kelelahan otot umum, nyeri pinggang serta kekakuan pada leher dan bahu,

b. Analisis Otot dan Rangka Berpotensi Mengalami Keluhan

Metode kerja yang salah akan menimbulkan potensi terjadinya keluhan-keluhan pada otot dan rangka pekerja. Keluhan-keluhan pada otot dan rangka pekerja akan mengakibatkan

penurunan produktifitas dari pekerja tersebut. Hal seperti ini terjadi pada pada mahasiswa sebagai pekerja operator di Teknik Industri Universitas Binadarma Palembang.

Posisi kerja yang dilakukan dengan posisi berdiri tegak. Hal ini sangat mengakibatkan kontraksi yang berlebihan sehingga menimbulkan rasa nyeri pada otot dan rangka pekerja. Potensi yang paling besar mengalami keluhan adalah pada bagian kaki kiri dan kaki kanan. Hal tersebut dikarenakan karena bisa mengurangi suplai darah ke otot-otot, aliran darah berkurang sehingga mempercepat timbulnya kelelahan dan menyebabkan nyeri pada otot-otot punggung, kaki dan leher akibat lamanya berdiri secara kontinue.

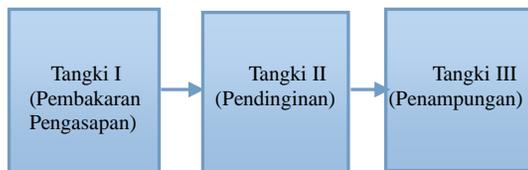
c. Analisis Potensi Penyakit Mungkin Terjadi

Metode kerja yang salah dapat menimbulkan potensi penyakit yang mungkin terjadi. Posisi kerja yang banyak dilakukan pekerja yaitu dengan posisi berdiri tegak, maka bisa mengurangi suplai darah ke otot-otot, aliran darah berkurang sehingga mempercepat timbulnya kelelahan dan menyebabkan nyeri pada otot-otot kaki, punggung, kaki dan leher akibat lamanya berdiri secara continue.

Penyakit yang mungkin terjadi pada posisi pekerja yaitu menyebabkan kaki sakit, pembengkakan kaki, varises, kelelahan otot umum, nyeri pinggang serta kekakuan pada leher dan bahu, terasanya sendi di tulang

belakang, pinggul, lutut dan kaki menjadi seperti terkunci yang nantinya memicu terjadinya penyakit rematik degeneratif akibat kerusakan pada tendon dan ligamen (struktur yang mengikat otot tulang).

Alat prototype adalah pirilisator, yang dilengkapi dengan tangki pembakaran dibagian bawah yang dibuat dengan satu kesatuan, dengan tangki penampung I sebagai penampung batok kelapa atau cangkang kelapa sawit yang telah dibuat ukuran kecil-kecil yaitu ukuran kurang lebih 10cm x 10cm untuk batok kelapa, sedangkan ukuran kurang lebih 10cm x 5cm untuk cangkang kelapa sawit. Tangki penampung I yang dilengkapi dengan pemasangan alat pengukur suhu. Sedangkan pipa dipasang tujuannya sebagai alat untuk mengalirkan asap ke tangki II yaitu alat pendingin, yang menghasilkan *smoke liquid grade 2* yang ditampung pada tangki II tersebut. *Output liquid* yang dihasilkan berwarna jernih kekuningan yang ditampung pada tangki III. Langkah-langkah atau tahapan proses pembuatan *smoke liquid* lihat *flow chart* pada Gambar 1.



Gambar 2. *Flow Chart* Pembuatan *Smoke Liquid*



(a) 675ml (337.5ml) (b) 797ml (398.5ml)

Gambar 3. *Hasil Smoke Liquid*

Smoke liquid yang dihasilkan seperti Gambar 2 (a) yang masih berwarna coklat pekat muda, kemudian didistilasi sampai warna *smoke liquid* menjadi kuning bening seperti Gambar 2 (b). Hasil *smoke liquid* berwarna kuning jernih ini dikategorikan *smoke liquid level* atau *grade 2*, artinya proses distilasi dilakukan pada tangki II saja, tidak dilakukan penjernihan yang berulang lagi, yang menghasilkan *smoke liquid* berwarna lebih bening lagi. *Smoke liquid grade 2* sudah cukup untuk dijadikan bahan pengawet makanan. *Smoke liquid grade 2* ini ditampung pada tangki III, *outputnya* dengan warna liquid kuning jernih dengan posisi temperature maksimal yaitu 399°C. Perubahan tampilan warna *smoke liquid* secara fisik ke dua *smoke liquid* seperti Gambar 2 sangat menentukan lama proses dan tingginya temperature masing-masing. Juga banyaknya kadar arang yang dihasilkan.

2. Hasil Proses Pirolisis

Hasil pirolisis yang diperoleh bersih dari tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit seberat 5 kilogram (kg) dengan lamanya proses kurang lebih 2 jam tingginya suhu dari 100°C sampai 400°C. Hasil banyaknya *smoke liquid* dalam mililiter (ml) dan banyaknya arang dalam berat massa arang dalam gram, (gr) yang berasal baik dari tempurung kelapa kopra maupun dari cangkang kelapa sawit lihat Tabel.1.

Tabel 1. Hasil Pirolisis TK dan CKS

Suhu Pirolisis (°C)	Warna	Hasil Pirolisis TK		Hasil Pirolisis CKS	
		Arang (gr)	SL (ml)	Arang (gr)	SL (ml)
150-199	Hitam	581,23	540	667,20	675
200-249	pekat Coklat	476,49	610	532,15	664
250-299	pekat tua	454,11	700	525,24	743
300-349	Coklat sedang	423,09	730	512,74	754
350-399	pekat muda	00,98	774	502,68	798
399-400	Kuning	387,43	797	496,78	711
	pekat bening				

Keterangan: TK adalah Tempurung Kelapa, CKS adalah Cangkang Kelapa Sawit, dan SL adalah Smoke Liquid.

Berdasarkan hasil proses pirolisis dengan pengamatan yang dimulai dengan temperature 150°C sampai 400°C untuk tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit menghasilkan tiga macam produk;

a. Analisis Produk Arang.

Proses pembakaran tempurung kelapa maupun cangkang kelapa sawit

menghasilkan residu yang disebut arang. Pembakaran yang menghasilkan berat arang makin ringan dikarenakan terjadinya pengurangan komponen organik yang terdapat dalam tempurung kelapa maupun cangkang kelapa sawit yang dibakar. Perbedaan banyaknya hasil maksimal antara tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit dikarenakan kandungan lignin yang dimiliki cangkang kelapa sawit lebih banyak dibandingkan dengan kandungan pada tempurung kelapa. Banyaknya arang yang berasal baik dari tempurung kelapa kopra maupun dari cangkang kelapa sawit dengan hasil;

- 1) Tempurung kelapa atau disebut batok kelapa yang masih berukuran besar (utuh) diperoleh dari beberapa pasar tradisional, dibersihkan dari kotoran yang menempel dengan berat 5 kilogram, dipotong-potong dengan ukuran yang telah ditentukan lebih kurang 10cm x 10cm. Hasil arang terbanyak yaitu 581,23 gram dengan temperature berkisar (150-199)°C. dan temperature naik pada saat (399-400)°C dengan perolehan sisa arang sebanyak 387,43 gram. Artinya terdapat selisih yang cukup besar penyusutannya mencapai 193,8 gram. Ini menjelaskan penyusutan terjadi bersamaan dengan adanya penguapan atau terbentuknya *smoke liquid* berasal dari bahan baku tempurung kelapa.
- 2) Dari bahan baku cangkang kelapa sawit

dengan berat 5 kilogram, dipotong-potong dengan ukuran yang telah ditentukan lebih kurang 10cm x 5cm. Hasil arang terbanyak saat temperature berkisar (150-199)⁰C yaitu 667,20 dan arang menyusut beratnya menjadi 496,78 gram saat temperature naik diantara (399-400)⁰C. dari bahan baku cangkang kelapa sawit terdapat selisih juga cukup besar sebanyak 170.42 gram. Ini juga menjelaskan penyusutan terjadi bersamaan dengan adanya penguapan atau terbentuknya *smoke liquid* berasal dari bahan baku cangkang kelapa sawit.

- 3) Dari kedua bahan baku proses pembuatan *smoke liquid*, banyak arang dan *smoke liquid* yang dihasilkan berbeda. Selisih kedua dari bahan baku tersebut sebesar 23,38 gram. Ini artinya potensi penghasil arang terbanyak adalah dari bahan baku cangkang kelapa sawit.
- 4) Potongan dari tempurung kelapa dan dari cangkang kelapa sawit sama-sama diproses dengan cara pirolisis melalui proses distilasi, hasilnya terbentuk dua lapisan diantaranya: lapisan atas menghasilkan rendemen berwarna kuning bening yang disebut *smoke liquid* dan lapisan bagian bawah menghasilkan cairan yang keruh berwarna kehitaman yang makin lama kekeruhannya mengendap, endapan tersebut disebut tar.

b. Produk *Smoke Liquid* dan *Tar*

Proses pirolisis baik dari bahan baku tempurung kelapa maupun dari cangkang kelapa sawit akibat terjadinya proses pelepasan gas-gas karbon yang ringan seperti CO dan CO₂, menghasilkan *smoke liquid* dan *tar*. Tahapan proses pirolisis yang terjadi dekomposisi diantaranya pada;

- 1) Temperatur ± (100-200)⁰C menghasilkan hemiselulose, dengan *liquid* yang dihasilkan berwarna hitam.
- 2) Temperatur ± (200-350)⁰C menghasilkan selulosa, dengan *liquid* yang dihasilkan berwarna coklat.
- 3) Temperatur ± (350-400)⁰C menghasilkan lignin, dengan *liquid* yang dihasilkan berwarna kuning.

Pada temperature ± 400⁰C, terjadi juga penguraian senyawa-senyawa menjadi *smoke liquid* dan tar. Rendemen *smoke liquid* dan tar dari tempurung kelapa rata-rata menghasilkan sebanyak 797ml, sedangkan rendemen *smoke liquid* dari cangkang kelapa sawit rata-rata menghasilkan sebanyak 711ml. *Smoke liquid* yang dihasilkan adalah siap untuk digunakan pengawet makanan, lihat Gambar 2b dengan contoh banyaknya dalam ml sebanyak 398.5ml (berasal dari *smoke liquid* sebanyak 797ml yang dibagi 2) dalam gelas ukur erlemeyer. Pengawet makanan yang dimaksud disini menurut Afrianti (2010) tujuannya untuk memperpanjang umur simpan makanan, aman dalam dosis yang

ditentukan, tidak menurunkan kualitas secara organoleptic (warna, bau, atau rasa), mempunyai sifat sebagai antimikroba, ekonomis dan menguntungkan.

Asap cair yang dihasilkan memiliki pH 3.5. Nilai pH merupakan salah satu parameter kualitas dari asap cair yang dihasilkan. Pengukuran nilai pH dalam asap yang dihasilkan bertujuan untuk mengetahui tingkat penguraian bahan secara pirolisis. Nilai pH ini menunjukkan bahwa asap cair yang dihasilkan berkualitas tinggi terutama dalam hal penggunaannya sebagai bahan pengawet makanan. Nilai pH yang rendah secara keseluruhan berpengaruh terhadap nilai awet dan daya simpan produk asap ataupun sifat organoleptiknya (Pari G, 2008).

4. KESIMPULAN

Hasil analisis dapat disimpulkan diantaranya:

1. *Smoke liquid* dari tempurung kelapa dan cangkang sawit dapat menjadi pilihan yang baik untuk memanfaatkan limbah menjadi bahan yang bernilai jual sekaligus wujud peduli lingkungan.
2. Rangkaian pembuat *smoke liquid* menghasilkan prototype dengan unit alat *tray tower*, *sieve tray*, *sectional construction*, *downcomers*, *flooding*, *weep point*, *tray spacing*, *active hole area*, dan efisiensi *tray*, yang menghasilkan mesin prototype yang

ergonomis sehingga para operator bekerja tidak mudah cape ataupun cedera. Dengan posisi dan metode kerja yang dianalisis akan menghasilkan produktifitas kerja yang maksimal dari setiap operator.

3. Distilasi tar menghasilkan produk sampingan yang berpotensi sebagai bahan bakar. Rendemen *smoke liquid* yang maksimal adalah pada temperatur 400°C sebesar 797ml destilat dari tempurung kelapa.
4. Produk arang dari hasil proses pembuatan *smoke liquid* pada temperature tertinggi yaitu 400°C dengan berat arang sebanyak 387,43gram dengan menghasilkan *smoke liquid* terbanyak yaitu 797ml, dengan bahan baku dari tempurung kelapa.
5. Hasil *smoke liquid* yang diperoleh dari bahan baku tempurung kelapa dan cangkang sawit dapat dimanfaatkan untuk bahan pengawet makanan seperti ikan yang disebut ikan sale atau makanan lainnya. *Smoke liquid* yang dihasilkan berwarna kuning bening, apabila untuk pengawet makanan maka *smoke liquid* sebaiknya didistilat sekali lagi sehingga *smoke liquid* benar-benar berwarna putih bening.
6. Pembuatan ikan sale dengan *smoke liquid* wujud peduli lingkungan, karena mengurangi karbondioksida yang

terbang ke udara, dibandingkan dengan para produsen yang membuat ikan sale dengan cara pembakaran langsung yang menghasilkan asap yang mengeluarkan CO₂.

DAFTAR RUJUKAN

- Afrianti, 2010. Pengawetan Makanan. Cara_pengawetan_dan_pembuatan_pengawet_makanan_yang_baik. html. Diakses 19 Mei 2015.
- Achmadi, S. S., N. R. Mubarik., R. Nursyamsi., dan P. Septiaji. 2013. *Characterization of Redistilled Liquid Smoke of Oil-Palm Shells and Its Application as Fish Preservatives.*
- Erliza. 2012. Pembuatan Asap Cair dari Sampah Organik Sebagai Bahan Pengawet Makanan. Yogyakarta.
- Shibata, M., M. Varman., Y. Tono., H. Miyafuji., and S. Saka, 2008. *Characterization in Chemical Composition of the Oil Palm.*
- Triyudianto, Huda dan Darmaji, Purnama. 2007. Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa Sawit. Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- TIM Nasional Pembangunan BBN. 2007. Bahan Bakar Nabati. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Yaman, S. 2004. *Pyrolysis of Bioma to Produce Fuels and Chemical Feedstocks, Energy Conversion and Management.*
- Wijaya M, Nur E, Irawadi TT, Pari G. 2008. Karakterisasi Komponen Kimia Asap Cair dan Pemanfaatannya Sebagai Biopeptisida. Bionature. Vol 9 (1).